音响调音快易通

YINXIANG TIAOYIN KUAIYITONG

邹伟胜 董占华 编著

——问答篇

第2版





机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

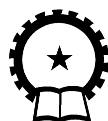
LANZAROTE Caliente.com

音响调音快易通

——问答篇

第 2 版

邹伟胜　董占华　编著



机 械 工 业 出 版 社

本书以问答形式主要介绍了音响调音领域中理论和实践方面的内容，其中包括音源的产生、声音的艺术加工处理、音质的补偿、信号的动态处理、声音的美化、数码音响处理、音响智能控制、人耳听觉特性、环境声学、调音技巧、音质评价、音响设备故障的检查与排除等，最后还介绍了最新发展的音响网络传输内容。本书内容丰富、布局层次分明、表述通俗易懂、图文并茂，适合音响工程师、音响调音师及广大音响爱好者阅读，也可供高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

音响调音快易通. 问答篇/邹伟胜，董占华编著. —2 版. —北京：机械工业出版社，2010. 4 （2013.5重印）

ISBN 978 – 7 – 111 – 30203 – 2

Ⅰ. ①音… Ⅱ. ①邹…②董… Ⅲ. ①音频设备 – 调音 – 问答

Ⅳ. ①TN912. 2 – 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 052357 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：张俊红 责任编辑：闫洪庆 责任校对 李秋荣

封面设计： 马精明 责任印制：乔 宇

北京机工印刷厂印刷（三河市南杨庄园丰装订厂装订）

2013 年 5 月第 2 版第 3 次印刷

169mm × 239mm · 11. 5 印张 · 218 千字

6 001—7 500 册

标准书号：ISBN 978 – 7 – 111 – 30203 – 2

定价：20.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

社服务中心：(010) 88361066

销 售 一 部：(010) 68326294

销 售 二 部：(010) 88379649

读者服务部：(010) 68993821

网络服务

门户网：http：//www. cmpbook. com

教材网：http：//www. cmpedu. com

封面无防伪标均为盗版

前　言

随着科学技术的高速发展和社会生产力的极大提高，人们的物质文化生活有了极大的飞跃。音响设备作为人类文明进步的标志产物，逐步普及到家家户户，遍布社会活动的各个场所。人们在看电影电视、观摩文艺演出、到礼堂听报告、参加文艺晚会、观赏剧场演出、举行庆典活动、进娱乐场所进行消遣、在家欣赏音乐的时候，音响已成为不可缺少的器材。

音响一词内涵丰富，涉及面甚宽，并且应用范围极广，如现场实况广播、演播室播音、影视录音、室内外演出、各种会议场合、音乐厅歌厅、大小剧场扩声、影剧院、多功能厅、群众集散地、审判厅以及农贸市场等这些地方都需要。如何认真仔细设计好建声、扩声环境，充分发挥音响设备效能，获得良好的放声音质，使众多听音者都很满意，也很赞赏，这是所有音响业内人员的孜孜追求。

本书在内容安排上作了全面的考虑，在叙述的层次上作了认真的布局，在语言表达上尽量做到通俗易懂又不失专业特色。同时，为了迎合音响发展的需求及动态，最后还介绍了音响网络传输方面的内容。

希望本书的出版能为广大读者提供帮助。

编者

目　录

前言

第 1 章　音响与音响设备 ………………………………………… 1

1.1　什么是音响？它与声音有什么关系？ ………………………… 1
1.2　什么是音响设备？它包括哪些设备？ ………………………… 1
1.3　歌舞厅有哪些类型？这些娱乐场所在音响设备配置方面有何异同点？ ………… 1
1.4　专业音响设备通常是按怎样的顺序连接的？ ………………… 2
1.5　小型卡拉 OK 厅里专业设备的连接方式是怎样的？ ………… 3

第 2 章　音源 ………………………………………… 4

2.1　何谓音源？它有哪几种类型？ ………………………… 4
2.2　什么是传声器？它都有哪几种类型？ ………………………… 4
2.3　电动式传声器的结构及工作原理是什么？ ………………………… 4
2.4　电容式传声器的结构及工作原理是什么？ ………………………… 5
2.5　驻极体传声器的结构及工作原理是什么？ ………………………… 6
2.6　传声器有哪些主要特性？ ………………………… 6
2.7　立体声传声器有哪几种制式？它是怎样构成的？ ………………………… 7
2.8　应该怎样选用传声器？ ………………………… 8
2.9　无线传声器的结构和工作原理是什么？ ………………………… 8
2.10　什么是近讲传声器？它有哪些特性？ ………………………… 9
2.11　调音台上提供 +48V 幻象电源给电容式传声器，其间是怎样连接的？ ………… 10
2.12　使用传声器时有哪些注意事项？ ………………………… 10
2.13　什么是唱机？它是怎样分类的？ ………………………… 11
2.14　通常电唱机的转速有哪几种？变速装置又有哪几种？ ………………………… 11
2.15　什么是唱机的循迹误差？消除循迹误差的方法是什么？ ………………………… 12
2.16　民用电唱机与专业用摩盘机有何异同点？ ………………………… 12
2.17　摩盘机分为哪几种？它们各有什么功能？ ………………………… 12
2.18　什么是混音器？它有哪些功能？ ………………………… 12
2.19　在专业迪斯科（Disco）厅里，机械摩盘机和双 CD 机是怎样与混音器
连接的？ ………………………… 13

2.20 卡座作为一种声源设备，在播放带有 Dolby（杜比）降噪标记的盒式磁带时，应当怎样使用卡座上的 Dolby 功能键？ …… 13
2.21 用卡座记录信号，如何加入 Dolby 降噪？怎样实现其降噪作用？ …… 14
2.22 带有 Dolby 降噪标记的盒式磁带，用没有 Dolby 功能键的录音机播放时，会出现什么现象？ …… 14
2.23 不带 Dolby 降噪标记的盒式磁带，用接通 Dolby 功能键的录音机播放时，会出现什么现象？ …… 14
2.24 带有 Dolby 降噪标记的盒式磁带，用接通 Dolby 功能键的录音机进行转录，转录带会出现什么现象？ …… 14

第 3 章 声音的艺术创作与加工 …… 15

3.1 调音师或录音师经常用来进行声音艺术创作与加工的设备是什么？ …… 15
3.2 什么是调音台？ …… 15
3.3 调音台常用于哪些场合？ …… 15
3.4 有哪几种调音台？ …… 16
3.5 调音台由哪几部分组成？ …… 16
3.6 调音台的输入部分是由哪几个组件构成的？ …… 17
3.7 调音台输入部分的接口端都有哪些插口？它们各起什么作用？ …… 17
3.8 调音台输入通道的放大组件中包括哪几个功能键？这些功能键起什么作用？ …… 18
3.9 调音台的每一个输入通道上都有峰值（Peak）指示灯，在调音过程中，此灯应保持发亮状态吗？ …… 18
3.10 什么情况下应使用 +48V 幻象电源按键？什么情况下应使用倒相（Φ）按键？ …… 19
3.11 调音台每个输入通道中都配有均衡器，这种均衡器是什么均衡器？它在调音台中起什么作用？ …… 19
3.12 调音台上的通道参量均衡器有哪些功能键？各功能键起什么作用？ …… 19
3.13 在调音台的参量均衡组件上，常出现一个符号是 $\sqrt{100\text{Hz}}$ 的按键，它起什么作用？ …… 20
3.14 有些音质补偿精细的高档调音台（如录音调音台和音乐调音台）的通道参量均衡器上有哪些功能键？这些功能键起什么作用？ …… 20
3.15 在卡拉 OK 厅里，调音师常常要为演唱声进行音质补偿，使演唱声明亮动听，在调音台相应演唱声的输入通道中如何快速准确地找到补偿频点呢？ …… 21
3.16 调音台输入通道的辅助（Aux.）旋钮起什么作用？有些辅助旋钮旁边还标有“Pre”和“Post”，它们是什么意思？ …… 21
3.17 有的调音台输入通道上没有辅助（Aux.）旋钮，而是有 Effect（或 Rev、Fx）、Monitor、Foldback 旋钮，尤其老式调音台基本上是这些旋钮，它们是什么意思？ …… 21

3.18 调音台的输入通道中都装有 Pan 旋钮，它起什么作用？ …… 22
3.19 调音台的输入通道上都装有推拉键（即推子—— Fader)，它起什么作用？ …… 22
3.20 调音台输入通道的推拉键（Fader）旁边安装有各式按键，它们都是些什么按键？它们各起什么作用？ …… 22
3.21 调音台输出部分是由哪些组件构成的？ …… 23
3.22 调音台输出部分功能键的安排都有哪些规律？ …… 23
3.23 调音台中的声音信号到底是怎样流通的呢？ …… 23
3.24 有的调音台（例如录音调音台、剧场调音台等）辅助母线很多，这些辅助母线都有哪些用途？ …… 25
3.25 单声进入调音台时，如何在调音台上将其加工成立体声并送出？ …… 25
3.26 调音台创作立体声输出时有规律可循吗？ …… 25
3.27 立体声声源分两路（L、R）进入调音台，怎样使调音台的左右声道输出保持原有的立体声放声效果？为什么？ …… 25
3.28 调音台的舞台监听与调音台的耳机监听有区别吗？ …… 26
3.29 调音台与效果机的连接方式有哪几种？ …… 26

第 4 章　音质补偿 …… 28

4.1 音质由哪些要素组成？ …… 28
4.2 自然界中的发声体发声时，从频率的角度看，它分为哪几种？它们与音调有何关系？ …… 28
4.3 在概念上音色和音品有何差异？ …… 28
4.4 音质四要素与音乐中音的属性有何对应关系？ …… 28
4.5 均衡器是一种什么样的机器？它在音质补偿中起什么作用？ …… 29
4.6 均衡器按用途区分，可分为哪几种？ …… 29
4.7 图表均衡器的频率刻度是按什么方式进行的？ …… 29
4.8 倍频程的概念有何实用意义？ …… 29
4.9 均衡器的工作原理是什么？ …… 30
4.10 为什么图表均衡器的推拉键分布直观地反映了所作的频响补偿曲线？ …… 30
4.11 利用图表均衡器进行音质补偿时，通常按音域进行，怎样区分音域？各个音域相对应的音品又是什么？ …… 31
4.12 均衡器的操作功能键有哪些？它们起什么作用？ …… 31
4.13 图表均衡器除了用于频响曲线的补偿外，还有哪些用途？ …… 32
4.14 激励器是一种什么样的设备？它在音质补偿中起什么作用？ …… 32
4.15 激励器的工作原理是什么？ …… 33
4.16 激励器在扩声系统中应该怎样连接？ …… 33
4.17 激励器上有哪些操作功能键？这些功能键怎样调试？ …… 34
4.18 反馈抑制器是什么机器？它在扩声中起什么作用？ …… 35

4.19　什么是声反馈？它是怎样产生的？ …… 35
4.20　声反馈有何危害？怎样预防声反馈？ …… 35
4.21　反馈抑制器的工作原理是什么？ …… 36
4.22　反馈抑制器在扩声系统中怎样连接？ …… 36
4.23　反馈抑制器有哪些功能键？这些功能键怎样调试？ …… 36

第5章　信号动态处理 …… 38

5.1　信号动态处理的含义是什么？都有哪些动态处理设备？ …… 38
5.2　什么是压缩器？它在扩声中起什么作用？ …… 38
5.3　除在扩声系统中使用压缩器外，它还有哪些用途？ …… 38
5.4　什么是压缩阈？什么是压缩比？ …… 38
5.5　什么是压缩器的起动时间？什么是压缩器的恢复时间？ …… 39
5.6　什么是限制器？它在扩声中起什么作用？ …… 39
5.7　什么是压限器？它在扩声中起什么作用？ …… 39
5.8　压限器的工作原理是什么？ …… 40
5.9　如何确定压限器的工作特性？ …… 40
5.10　压限器都有哪些面板操作功能键和后盖板插孔？ …… 41
5.11　怎样使用压限器的边链电路输入、输出插孔？ …… 41
5.12　在迪斯科（Disco）舞厅里，常使用压缩限制器（Compressor. Limiter），它与压限器（Compressor/Limiter）有何不同？ …… 43
5.13　压缩限制器的工作特性曲线是怎样的？ …… 43
5.14　什么是扩展器？它在扩声中起什么作用？ …… 44
5.15　扩展器的扩展阈和扩展比的含义是什么？ …… 44
5.16　什么是扩展器的起动时间？什么是扩展器的恢复时间？ …… 45
5.17　怎样确定扩展器的工作特性曲线？ …… 45
5.18　扩展器的面板功能键是怎样安排的？ …… 46
5.19　什么是噪声门？它在扩声中起什么作用？ …… 46
5.20　四路噪声门的面板上有哪些功能键？ …… 46
5.21　自动增益控制器（AGC）是一种什么样的设备？ …… 46
5.22　什么是增益衰减压缩器？ …… 47

第6章　声音的美化 …… 48

6.1　声音的美化有些什么含义？它是怎样进行美化的？ …… 48
6.2　效果机分为哪几类？其主要处理的是哪些效果？ …… 48
6.3　什么是混响？它是怎样形成的？ …… 48
6.4　混响有何特点？ …… 49
6.5　混响的主要参数有哪些？ …… 49
6.6　房间装修完毕，有着其自然混响时间 T_{60}，T_{60}可用赛宾（Sabin）公式算出，

赛宾公式是怎样的？ …… 50
6.7 混响效果机的工作原理是什么？ …… 50
6.8 混响效果机能创作出什么效果？ …… 50
6.9 混响效果机都有哪些操作方式？ …… 51
6.10 扩声系统常用的混响效果机都有哪些功能键？这些功能键怎样操作？ …… 52
6.11 什么是 MIDI？它在音响系统中起什么作用？ …… 53
6.12 PCM91 型高档混响效果机是美国 Lexicon 公司生产的著名产品，它有哪些特点？ …… 53
6.13 PCM70 型混响效果机的面板功能键及后盖板插孔是怎样的？ …… 54
6.14 什么是回声？回声有何特点？ …… 54
6.15 延迟效果机是一种什么样的效果机？它能产生哪些效果？ …… 54
6.16 延迟效果机有什么样的操作方式？ …… 56
6.17 延迟效果机的工作原理是什么？ …… 56
6.18 延迟效果机有哪些面板操作功能键？它的后盖板的插孔是怎样安排的？ …… 57
6.19 PCM42 型延迟效果机有哪几种应用方式？ …… 57
6.20 两种效果机与调音台连接有哪几种方式？ …… 57

第 7 章 扩声终端 …… 60

7.1 扩声系统的终端包括哪些机器？ …… 60
7.2 什么是分频？为什么采用分频？ …… 60
7.3 在扩声系统中有哪几种分频方式？这些分频方式各有什么优缺点？ …… 60
7.4 电子分频器的面板上有哪些功能键？它的后盖板的插孔是怎样安排的？ …… 61
7.5 3 分频的电子分频器是怎样用于 2 分频系统？ …… 62
7.6 功率分频 3 分频单元件型和双元件型的电路结构是怎样的？ …… 62
7.7 有的功率分频 2 分频带有音量可调是怎样的？ …… 63
7.8 什么是功率放大器？它由哪几部分组成？ …… 63
7.9 衡量功率放大器好坏的技术指标主要有哪些？这些技术指标的含义是什么？ …… 64
7.10 末级功率放大器的输出形式有哪几种？这些输出形式各有哪些特点？ …… 64
7.11 若单端推挽电路与桥式推挽电路负载扬声器的阻抗相同，在输出功率上有何不同？ …… 65
7.12 功率放大器用于立体声放声时，左右声道功率放大器输出的红、黑端子各接一只音箱，如果改成桥式单声放声，为什么必须将两个扬声器串接后接在两个红端子上呢？ …… 65
7.13 为什么功率放大器的输出端输出阻抗要等于扬声器的负载阻抗？ …… 66
7.14 功率放大器的储备量含义是什么？ …… 66
7.15 功率放大器在工作时，为什么要留有适当的储备量？ …… 67
7.16 功率放大器与音箱应如何匹配？ …… 67

7.17　使用功率放大器时应注意什么？ …… 67
7.18　功率放大器的工作模式开关是怎样连接的？ …… 67
7.19　什么是音箱？为什么要使用音箱？ …… 68
7.20　音箱可分为哪几种？ …… 68
7.21　分体式音箱的结构原理是什么？ …… 69
7.22　封闭式低音音箱和倒相式低音音箱的辐射阻抗特性与装箱前的扬声器辐射阻抗特性有何不同？ …… 70
7.23　组合式音箱的结构特点是什么？ …… 70

第 8 章　组合音响、家庭影院、MD 机及 VOD …… 71

8.1　什么是组合音响？它包括哪些设备？这些设备怎么连接？ …… 71
8.2　构成家用卡拉 OK 系统的设备有哪些？这些设备怎样连接？ …… 71
8.3　什么是家庭影院？它采用的是什么设备？ …… 72
8.4　什么是 MD 机？它有哪些主要特点？ …… 72
8.5　MDS—E12 型专业 MD 机的面板功能键是怎样安排的？其后盖板插孔又有哪些？ …… 73
8.6　什么是 VOD？它在扩声中起什么作用？ …… 74
8.7　VOD 有什么特点？它是怎样连接的？ …… 74

第 9 章　数码音响处理系统 …… 76

9.1　什么是数码音响处理系统？ …… 76
9.2　数码音响处理系统的特点是什么？ …… 76
9.3　目前，都有哪些公司生产数码音响处理系统？ …… 76
9.4　数码音响处理系统的线路由哪些部分组成？ …… 76
9.5　Dx38 型数码音响处理系统的面板功能键和后盖板插孔是怎样安排的？这些功能键起什么作用？ …… 78
9.6　Dx38 型数码音响处理系统都有哪些工作模式？ …… 80
9.7　Dx38 型数码音响处理系统的多功能选择键具有哪些功能？ …… 83

第 10 章　音响智能控制 …… 84

10.1　什么是媒体矩阵？ …… 84
10.2　媒体矩阵由哪几部分组成？ …… 84
10.3　媒体矩阵有哪些操作模式？ …… 85
10.4　X—Frame 88 媒体矩阵的基本连接是怎样的？ …… 85
10.5　X—Frame 88 媒体矩阵是怎么进行扩展连接的？ …… 87
10.6　X—Frame 88 媒体矩阵的用户图形界面是怎样的？ …… 88
10.7　X—Frame 88 媒体矩阵都有哪些特性？ …… 88
10.8　MM—8802 扩展盒（Breakout Box）都有哪些特点？ …… 88

10.9 什么是路由器？它起什么作用？ …… 90

第 11 章 人耳的听觉特性 …… 91

11.1 人耳对声音频率的听觉范围是多少？ …… 91
11.2 人耳有怎样的特性？ …… 91
11.3 什么是听感闻阈？什么是听感痛阈？ …… 91
11.4 人耳对声音最基本的心理感受是什么？与这些感受相对应的物理特性是什么？ …… 91
11.5 什么是响度？什么是响度级？等响特性是什么意思？ …… 92
11.6 什么是音值？它在音乐中起什么作用？ …… 92
11.7 什么是人耳的掩蔽效应？怎样表示掩蔽量？ …… 92
11.8 掩蔽效应与声音频率有何关系？ …… 93
11.9 有哪几种掩蔽形式？哪种掩蔽效果明显？ …… 93
11.10 什么是人耳的双耳定位效应？它对立体声听音起什么作用？ …… 93
11.11 什么是人耳的耳廓效应？ …… 93
11.12 人耳有怎样的辨别（能力）特性？ …… 94
11.13 什么是哈斯效应？ …… 94
11.14 什么是德波埃效应？ …… 95
11.15 什么是赝立体声效应？ …… 95
11.16 人耳对谐波失真有怎样的主观感觉？ …… 96
11.17 什么是语音清晰度？室内混响对语音清晰度有什么影响？ …… 96
11.18 人耳听音的空间感是怎样形成的？ …… 96
11.19 噪声对人耳听觉会产生什么影响？ …… 97
11.20 什么是听觉停留效应？ …… 97

第 12 章 环境声学 …… 98

12.1 扩声的声音音质受哪些重要因素影响？ …… 98
12.2 什么是波？自然界中的波分为哪几类？它们是如何传播的？ …… 98
12.3 机械波分为哪几种？声波是其中的哪一种？ …… 98
12.4 什么是声波波阵面？什么是声波波线？两者有什么关系？ …… 98
12.5 声速 v、声频率 f、声波波长 λ 的含义是什么？其间存在怎样的关系？ …… 98
12.6 声波周期 T 的含义是什么？它与声频率 f 有何关系？ …… 99
12.7 什么是声波波动方程？它是怎样表示的？ …… 99
12.8 什么是声强？它与声波振幅 A、声波角频率 ω、空气密度 ρ、声速 v 有怎样的关系？ …… 99
12.9 什么是声压？什么是最大声压？它与声波振幅 A、声波角频率 ω、空气密度 ρ、声速 v 有怎样的关系？ …… 99
12.10 声强 I 与声压 P 有怎样的关系？ …… 100

12.11　什么是声压级？什么是声强级？两者有什么关系？ …………………… 100
12.12　声波有哪些基本规律？ ………………………………………………… 100
12.13　什么是声波反射定律？它在室内环境扩声方面怎样运用？ ………… 100
12.14　什么是声波的叠加原理？它有什么实际意义？ ……………………… 102
12.15　什么是声波干涉？它对扩声音质有什么影响？ ……………………… 102
12.16　什么是声驻波？它对扩声音质有什么影响？ ………………………… 103
12.17　什么是声波的绕射现象？它与室内扩声有什么联系？ ……………… 103
12.18　声波在传播过程中碰到另一介质时会被其吸收，怎样表示吸收？ ……… 103
12.19　室内环境里常用的吸声材料都有哪些？ ……………………………… 103
12.20　常用吸声材料的吸声系数 a 是怎样确定的？ ………………………… 104
12.21　什么是吸声量？什么是隔声量？ ……………………………………… 106
12.22　在室内怎样进行隔声？ ………………………………………………… 107
12.23　室内建声缺陷有哪些？如何克服这些缺陷？ ………………………… 108
12.24　什么是二次方反比定律？它在扩声中有什么应用？ ………………… 108
12.25　什么是混响半径？它与室内环境扩声有什么关系？ ………………… 109
12.26　室内环境声学效果调节的含义是什么？怎样进行声学效果调节？ ……… 109

第 13 章　调音技巧 ……………………………………………………………… 112

13.1　音响调音包括哪些方面？什么是调音技巧？ …………………………… 112
13.2　如何调节好混响时间？ …………………………………………………… 112
13.3　如何调节好直达声与混响声的比例？ …………………………………… 112
13.4　如何调节好演唱声与伴奏音乐的比例？ ………………………………… 113
13.5　如何调节伴奏音乐的音调？ ……………………………………………… 113
13.6　怎样调整演讲人的声音？ ………………………………………………… 113
13.7　怎样调整节目主持人的声音？ …………………………………………… 113
13.8　怎样调整演唱声？ ………………………………………………………… 114
13.9　怎样调整弦乐音？ ………………………………………………………… 115
13.10　怎样调整键盘乐（如钢琴）音？ ………………………………………… 115
13.11　怎样调整吹奏乐音？ …………………………………………………… 115
13.12　怎样调整打击乐音？ …………………………………………………… 116
13.13　怎样调整电子乐音？ …………………………………………………… 117
13.14　演唱声、木管乐、铜管乐、弦乐、键盘乐和打击乐的发声频率是怎样分布的？ ……………………………………………………………………… 117

第 14 章　电声测量与音质评价 ………………………………………………… 119

14.1　当扩声设备按照前面第 1 章所说的连接好之后，应该怎样进行联调？ ……… 119
14.2　扩声系统电声测量用的信号有哪些？ …………………………………… 120
14.3　什么是白噪声？什么是粉红噪声？ ……………………………………… 120

14.4 扩声环境里的噪声来自哪些方面？ …… 121
14.5 在扩声环境里选取测量点通常按怎样的方式进行？ …… 121
14.6 在扩声环境里电声测量的指标都有哪些？ …… 121
14.7 什么是扩声系统最高可用增益？ …… 121
14.8 什么是传声增益？ …… 121
14.9 什么是传输频率特性？ …… 121
14.10 什么是最大声压级？什么是声场不均匀度？ …… 121
14.11 什么是总噪声？什么是背景噪声？ …… 122
14.12 什么是扩声系统的失真度？ …… 122
14.13 为规范测量、方便电声指标的互相比较，作电声指标测量时需要满足哪些条件？ …… 122
14.14 扩声系统电声测量的方法有哪几种？ …… 122
14.15 音质是什么？音质评价又是什么意思？ …… 123
14.16 音质评价与客观技术测量存在哪些关系？ …… 123
14.17 评述音质时应遵从哪些原则？ …… 123
14.18 都有哪些音质评价用语？ …… 124
14.19 什么是声音的视觉联觉？ …… 124
14.20 什么是音乐的摇滚效应？它对音质有什么影响？ …… 126

第 15 章 扩声系统的故障检查与排除 …… 127

15.1 手持传声器时发出“嘭嘭”声，是什么原因？怎样解决？ …… 127
15.2 手持传声器时出现“嗡嗡”交流声，是什么原因？怎样解决？ …… 127
15.3 传声器插入调音台后扩声系统设备正常工作，而对准传声器说话时音箱无声，是什么原因？怎样解决？ …… 127
15.4 对同一声源而言，单路传声器的音量比两路时大，是什么原因？怎样解决？ …… 127
15.5 调音台上插入的传声器数量增多时容易引发啸叫声，是什么原因？怎样解决？ …… 128
15.6 在调音台同一输入通道上两只传声器拾音的声音相差较大，是什么原因？怎样解决？ …… 128
15.7 无线传声器打开后，对准传声器说话，音箱无声，是什么原因？怎样解决？ …… 128
15.8 无线传声器的调谐器输出插在调音台的传声器输入端，调音台的通道推子拉下后出现串音现象，是什么原因？怎样解决？ …… 128
15.9 两只无线传声器各自单独开启工作时音箱有声，同时工作时只有一只传声器有声，是什么原因？怎样解决？ …… 128
15.10 在扩声过程中一对音箱（左右主扩声音箱或辅助扩声音箱或返送音箱等）突然无声，是什么原因？怎样解决？ …… 129

15.11 在扩声过程中主扩声系统、辅助扩声系统或返送系统中一对音箱中的一只无声或声音很小，是什么原因？怎样解决？ …… 129
15.12 左右声道的音箱放声不平衡，是什么原因？怎样解决？ …… 129
15.13 左右声道的音箱是分体式的，各路音箱发声不均匀，是什么原因？怎样解决？ …… 130
15.14 左右声道音箱中的一路高音扬声器（高频头）无声（无高音），是什么原因？怎样解决？ …… 130
15.15 扩声系统放声低音过重，声音发闷、浑浊，怎么办？ …… 130
15.16 扩声系统放声时没有尾音，是什么原因？ …… 130
15.17 压限器面板上的压缩阈、压缩比调节不起作用，是什么原因？ …… 131
15.18 压限器上的指示灯为什么随压缩阈的提高亮灯数越少？这是否属于故障？ …… 131
15.19 音源的左右声道有输出，进入调音台后无声音信号输出，是什么原因？怎样解决？ …… 131
15.20 扩声系统静音时交流声很大，是什么原因？怎样解决？ …… 131
15.21 音响系统单独运行时无交流声，而与灯光系统同时运行时交流声很大，是什么原因？怎样解决？ …… 132
15.22 扩声系统在运行过程中，尤其是在播放音乐过程中时而发出“咔嚓”声，是什么原因？怎样排除？ …… 132
15.23 扩声系统在运行过程中偶尔出现很大的放炮似的响声，是什么原因？怎样排除？ …… 133
15.24 演唱声中无效果声，是什么原因？怎样解决？ …… 133
15.25 演唱声中的效果声显小，怎样解决？ …… 133
15.26 在卡拉 OK 厅里演唱声与伴奏音乐声分离，显得不融合，是什么原因？怎样解决？ …… 133
15.27 播放立体声音源时用耳机听音，立体声效果很好，但通过调音台后立体声效果丢失，是什么原因？怎样解决？ …… 134
15.28 扩声系统静音时出现“呲呲”声，怎样解决？ …… 134
15.29 怎样检修专业音响设备？ …… 134
15.30 检修专业音响设备时应注意什么？ …… 135

第 16 章 音响名词释义及有关的音响网站 …… 136

16.1 什么是电平？什么是阻抗？ …… 136
16.2 什么是 dB（分贝）数？ …… 136
16.3 什么是功率？ …… 136
16.4 什么是失真？ …… 137
16.5 什么是频响？ …… 138
16.6 什么是信噪比？什么是噪声系数？ …… 138

16.7 什么是灵敏度？ …… 138
16.8 什么是指向性？ …… 139
16.9 什么是通道隔离度？ …… 139
16.10 什么是采样频率？ …… 139
16.11 什么是 bit（比特）？ …… 139
16.12 什么是计权？什么是加权？ …… 139
16.13 音乐中经常提及的节奏、节拍、音程、和弦是什么意思？ …… 140
16.14 音乐里的调式、移调、旋律是什么意思？ …… 140
16.15 有关调音台的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？ …… 141
16.16 有关传声器的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？ …… 142
16.17 有关功率放大器的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？ …… 143
16.18 有关电子分频器、扬声器、音箱的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？ …… 143
16.19 有关均衡器的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？ …… 144
16.20 有关压限器的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？ …… 144
16.21 有关扩展器、噪声门的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？ …… 145
16.22 有关激励器的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？ …… 145
16.23 有关反馈抑制器的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？ …… 146
16.24 有关降噪系统的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？ …… 146
16.25 有关效果机的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？ …… 147
16.26 在其他专业音响设备上还有哪些英文单词？它们的中文含义是什么？ …… 149
16.27 有关音响方面音乐术语的英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？ …… 151
16.28 有哪些中文音响网站？它们的网址是什么？ …… 151
16.29 世界上主要的音响网站有哪些？它们的网址是什么？ …… 151

第 17 章 音响网络传输 …… 153

17.1 什么是 CobraNet？ …… 153
17.2 怎样获得 CobraNet？ …… 153
17.3 任何以太网设备是否都可用于 CobraNet 上？ …… 153
17.4 音频信号在 CobraNet 上能发送多远？ …… 153
17.5 音频信号通过 CobraNet 都有哪些延迟？ …… 153
17.6 在 CobraNet 上进行多通道播放，其同步精度是怎样的？ …… 154
17.7 在 CobraNet 上传输音频信号与实际的传输音频信号相似吗？ …… 154
17.8 使用 CobraNet 会影响音质吗？ …… 154
17.9 CobraNet 在任何一个交换机网络上能承载多少音频通道？ …… 154
17.10 CobraNet 在中继（转发）网络上能承载多少音频通道？ …… 154
17.11 捆绑、网络通道、广播通道以及 CobraNet 通道之间都有什么区别？ …… 155
17.12 CobraNet 能在现有的局域网上运行吗？ …… 155

17.13　CobraNet 能在无线网络上传输音频信息吗？ …… 155
17.14　迄今 CobraNet 都应用于哪些地方？ …… 155
17.15　CobraNet 是否有通信标准？ …… 155
17.16　由谁提出制定 CobraNet 通信标准？ …… 155
17.17　CobraNet 怎样支持音频信号互用性？ …… 156
17.18　CobraNet 如何支持控制互用性？ …… 156
17.19　（有效的）装载控制数据的带宽是多少？ …… 156
17.20　什么是 IEEE 1394？ …… 156
17.21　在 CobraNet 上能发送视频信号吗？ …… 156
17.22　CobraNet 靠什么进行同步？ …… 156
17.23　引导器发生故障，会出现什么情况？ …… 157
17.24　在 CobraNet 上时钟精度是怎样的？ …… 157
17.25　CobraNet 使用什么类型的信息包？ …… 157
17.26　据说 CobraNet 不像在网络上的 10Mbit 的以太网卡，能否用构建以太网交换机的方式去解构 CobraNet 数据？它能与 10Mbit 卡相安共存吗？ …… 157
17.27　在 CobraNet 上一次能接入多少台发送设备工作？ …… 157
17.28　在 CobraNet 上一次能接入多少台接收设备工作？ …… 158
17.29　每一捆绑信息包在音频通道方面有什么限制？ …… 158
17.30　为什么 QSC RAVE 设备采用半双工通信，而其他 CobraNet 产品则采用全双工通信？ …… 158
17.31　以太音响网络是一种什么网络？ …… 158
17.32　以太音响有哪些特点？ …… 159
17.33　HiQnet 网络是一种什么网络？ …… 162
17.34　HiQnet 网络有哪些特点？ …… 163
参考文献 …… 165

第1章　音响与音响设备

1.1　什么是音响？它与声音有什么关系？

声音信号经播放设备后产生的重放声都称为音响。声音信号可以是由发声体发声，通过传声器转换成的电信号，也可以是磁带、唱片、电影胶片等记录媒体（或载体）还原出声音电信号，经播放设备（调音台、周边设备、耳机、功率放大器、音箱等）重放出声音。

在自然界和我们的生活中，充满着各种各样的声音，其中既有雷电声、风雨声、爆炸声、动物鸣叫声，也有各种乐器弹奏的音乐声和人们演唱的歌声等。这些声音依靠振源振动，通过介质（空气等）进行转播，由感觉器官（人耳）感知。利用拾音器件（如传声器）将声音转换成电信号，经过放大后记录在载体上，需要时通过扩声设备重放出来或直接进行扩声，再现的声音都被视作音响。

1.2　什么是音响设备？它包括哪些设备？

凡是对再现声进行种种放大和加工处理的设备均为音响设备。它们有如下的类别：

（1）音源类：包括有线传声器、无线传声器、卡座、电唱机、CD 机、VCD/LD/DVD 机、录像机、电子乐器等。

（2）艺术加工类：包括调音台、混音器等。

（3）音质补偿类：包括均衡器、激励器等。

（4）动态处理类：包括压缩器、限制器、扩展器、噪声门、自动增益控制器等。

（5）声音美化类：包括各种效果机。

（6）扩大还音类：包括功率放大器、音箱、耳机、电子分频器等。

1.3　歌舞厅有哪些类型？这些娱乐场所在音响设备配置方面有何异同点？

歌舞厅按其功能不同，可分为歌厅、音乐厅、卡拉 OK 厅、专业迪斯科（Disco）厅、交谊舞厅、多功能厅等，这些地方采用的专业音响设备是大同小异的。根据各种类型歌舞厅的功能不同，配置音响设备的侧重点也不一样。

（1）歌厅、音乐厅：配置 24 路带编组的调音台，每路中的参量均衡器分为 4 个频段，要求中高、中低频段的中心频率可调。有返送系统、监听系统以及辅助扩声系统。采用电子分频器及分体式音箱。采用的拾音传声器中既有无线的

（用于节目主持），也有有线的（用于演唱的电动式传声器和电容式传声器）。

（2）卡拉OK厅：配置12路以上的带编组的调音台，每路中的参量均衡器分为高、中、低3个频段，要求中频段的中心频率可调。根据卡拉OK厅的面积大小，增加辅助扩声系统，配有返送系统，并采用组合式音箱。拾音传声器采用无线传声器（用于节目主持）和有线电动式传声器（用于演唱）。

（3）专业迪斯科（Disco）厅：配置16路带编组的调音台，每路中的参量均衡器分为3个频段，要求中频段的中心频率可调。要配备两台机械摩盘机、一台双CD机和一台混音器，还要配有高质量的耳机。采用电子分频器，超重低音、低音、中音、高音音箱和具有足够输出功率的功率放大器。拾音传声器采用两只近讲传声器和两只无线传声器。

（4）交谊舞厅：配置12路调音台（能满足一些小型乐队伴奏的需要），要求每路中的参量均衡器的中频段的中心频率可调。有多套辅助扩声系统（功率稍小），将它们安装在舞场四周或舞池上方。要有返送系统，主扩声音箱为组合式的。采用若干只有线传声器作为拾音传声器。

（5）多功能厅：配置有16路以上的带编组调音台，最好是实况型，每路中的参量均衡器分为高、中、低3个频段，要求中频段的中心频率可调。有多套辅助扩声系统和一套返送系统。配有组合式音箱，且主音箱的功率比辅助音箱的功率大2~3倍。配有会议用的电容式传声器、会议传声器控制器、演唱用的电动式传声器和无线传声器。如果还要求将多功能厅作为Disco厅使用，还必须配置电子分频器和超重音箱。

此外，这些歌舞厅均配置有图表均衡器、激励器、压限器、噪声门以及效果机等通用设备，配置数量的多少必须按扩声系统数量的多少而定。

1.4 专业音响设备通常是按怎样的顺序连接的？

扩声设备的连接根据使用目的不同，在连接顺序上往往有些差异。例如：压限器既可以当作压缩器使用，也可以当作限制器使用，如果当作限制器使用，用来保护功率放大器，那么把它接在功率放大器之前即可。

一般主扩声系统的连接顺序是：音源（传声器、卡座、CD机、LD/VCD/DVD机、录像机、电子乐器等）信号进入调音台的输入通道，之后从调音台的左右声道输出，进入压缩器（用压限器代替）、均衡器（当作房间均衡器）、反馈抑制器、激励器、电子分频器、功率放大器组、左右声道分体式音箱组。这种连接方式的目的是使压缩音乐信号的动态不超出扩声系统的线性动态范围，以免信号太大而产生幅度失真，而且能通过房间均衡器对经过压缩处理的音乐信号进行均衡，从而使这些音乐信号的层次感和临场感得到改善。可以把压缩器放在反馈抑制器的后面作为限制器使用，用它来限制最大电平输出，保护后面的功率放

大器组不发生过载，具体的连接顺序如图 1-1 所示。

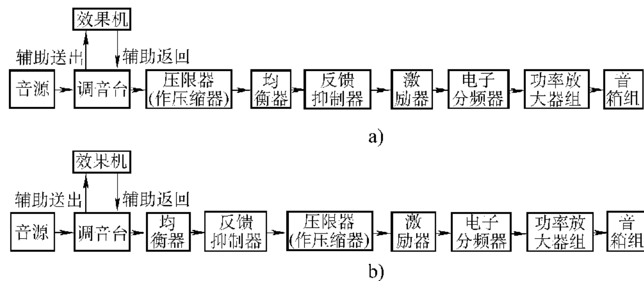


图 1-1 扩声系统设备的连接顺序

a）压限器在均衡器之前 b）压限器在均衡器之后

至于辅助扩声系统和返送系统的连接顺序，可以按主扩声系统的连接顺序进行，也可以简化，从而降低扩声系统的造价。例如辅助扩声系统的信号是从调音台的编组输出，经房间均衡器和功率放大器组，到组合式音箱组。返送系统连接方式是信号从调音台辅助送出，到房间均衡器和功率放大器组，送至监听音箱组。

1.5 小型卡拉 OK 厅里专业设备的连接方式是怎样的?

小型卡拉 OK 厅里的专业设备包括一台 VCD 机、一只演唱用传声器、一台 8 路调音台、一台效果机、一台房间均衡器、一台功率放大器、两台组合式音箱和一台大屏幕彩色电视机，连接方式如图 1-2 所示。

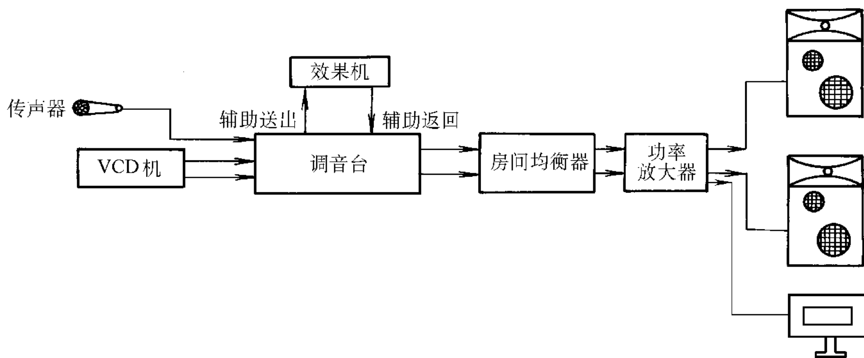


图 1-2 小型卡拉 OK 厅里音响设备的连接方式

第 2 章　音　　源

2.1　何谓音源？它有哪几种类型？

产生声音信号的设备或装备都可称为音源，许多娱乐场所的扩声声音均来自音源。音源包括各种有线传声器、无线传声器（或收音头）、电唱机（家用电唱机及机械摩盘机）、卡座（台式录音机）、激光唱机（包括双 CD 机）、录像机、视盘机（包括 LD 机、VCD 机、DVD 机）以及各类电子乐器等共 8 种类型。

2.2　什么是传声器？它都有哪几种类型？

传声器俗称话筒或麦克风，是将发声体发出的声音转换成声音电信号的一种转换部件，也就是将声能转换成电能的一种换能部件。若按其结构原理区分，可分为电动式（动圈式）传声器、电容式传声器以及驻极体传声器。若按传输方式区分，可分为有线传声器和无线传声器。若按声道区分，可分为单声传声器和立体声传声器。还可以按传声器的一些特性，例如灵敏度、阻抗、方位性、频响等，来进行区分，甚至可以按适合哪种声源拾音来区分，如演唱传声器、贝司传声器、嗵嗵鼓传声器等。

2.3　电动式传声器的结构及工作原理是什么？

电动式传声器的结构及工作原理如图 2-1 所示。传声器头上的振膜在外界声音的作用下产生振动，带动粘贴在其上的线圈运动，线圈在磁场中切割磁力线，从而在其上产生感应电动势，电动势的大小与单位时间里线圈切割磁力线的多少有关，也就是与振膜的振动幅度有关，即与外界声音的强度有关。电动势变化的

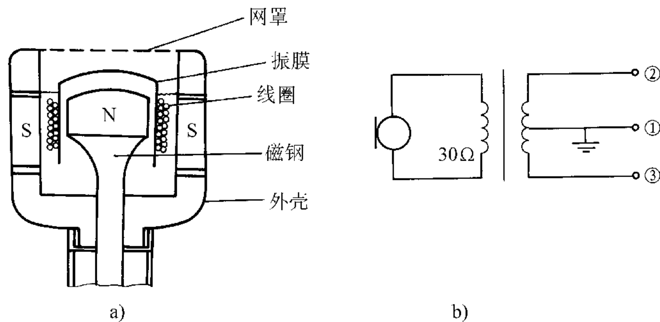


图 2-1　电动式传声器的结构及工作原理

a）电动式传声器的结构　b）电动式传声器的等效电路

频率与单位时间里线圈切割磁力线的次数有关，也就是与振膜振动的频率有关，即与外界声音的频率有关。因此，传声器线圈输出的电信号反映了外界声音的变化，电动式传声器的拾音运用的是法拉第电磁感应原理。

2.4 电容式传声器的结构及工作原理是什么?

普通电容式传声器的结构及工作原理如图 2-2 所示。它由透明导电振膜与后极板形成一种电容，其电容量为

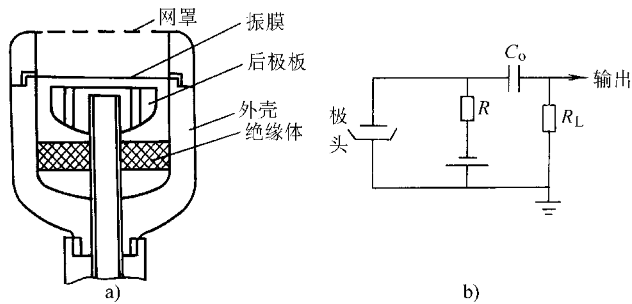


图 2-2 电容式传声器的结构及工作原理

a）电容式传声器的结构 b）电容式传声器的等效电路

$$C = S/4\pi d$$

式中，S 为导电振膜的等效面积；d 为振膜与后极板的距离。

距离 d 随声压不同会产生变化。电容上积累的电量为

$$Q = UC = US/4\pi d$$

式中，U 为加在电容上的极化电压。

电压 U 一般由调音台的幻象电源提供或独立供电，电压值为 +48V。声强或声压的大小决定了 d 的大小，由此也就决定了电量的多少。声频变化决定了 d 的变化速率，即决定了电量的变化速率。因此，电容上的电量多少的变化反映了外界声音的强弱。

电容式传声器的具体接线方法如图 2-3 所示，从该图中可以看到，为了引出

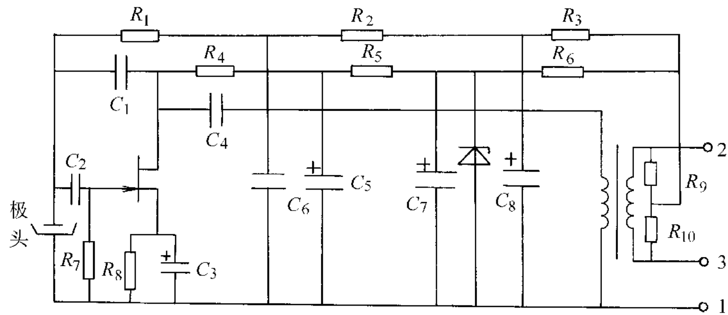


图 2-3 电容式传声器的具体接线方法

电容式传声器的声音电信号（即电量的多少变化），必须使用一级场效应晶体管，场效应晶体管绝缘栅极的电阻高达几兆欧以上，能将高内阻的电容式传声器产生的声音电信号吸收过来，并加以放大，然后传送出去。

2.5 驻极体传声器的结构及工作原理是什么？

驻极体传声器有两块金属极板，其中一块表面涂有驻极体薄膜（多数为聚全氟乙丙烯）并将其接地，另一极板接在场效应晶体管的栅极上，栅极与源极之间接有一个二极管，如图2-4所示。当驻极体膜片受到振动或受到气流的摩擦时，膜片上会出现表面电荷，表面电荷的电量为 Q，板极间的电容量为 C，则在极头上产生的电压 $U=Q/C$，由于两极板的距离不变，电容量 C 不变，那么极头上的电量 Q 的变化，就会引起电压变化，电压变化的大小，反映了外界声音气流的强弱，这种电压变化频率反映了外界声音的频率，这就是驻极体传声器的工作原理。

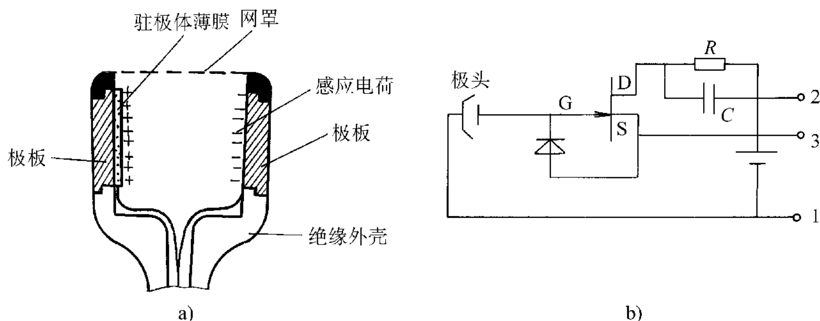


图2-4 驻极体传声器的结构及工作原理

a）驻极体传声器的结构 b）驻极体传声器的等效电路

驻极体传声器的膜片多采用聚全氟乙丙烯，其湿度性能好，产生的表面电荷多，受湿度影响小。由于这种传声器也是电容式结构，信号内阻很大，为了将声音产生的电压信号引出来并加以放大，其输出端也必须使用场效应晶体管。

2.6 传声器有哪些主要特性？

传声器的主要特性有4个：

（1）频响特性：传声器输出的相对幅度随音频频率的分布，称为频响特性，也叫频响曲线或频响。在整个音频（20Hz～20kHz）范围内，此曲线愈平坦，频率范围愈宽，声音失真愈小。图2-5所示为SM57型演唱传声器的频响曲线。

（2）灵敏度：在传声器轴线上距离传声器中心位置1m处，单位声压所产生的电信号幅度称为灵敏度。其单位是V/Pa（伏/帕）或非法定单位V/μbar（伏/

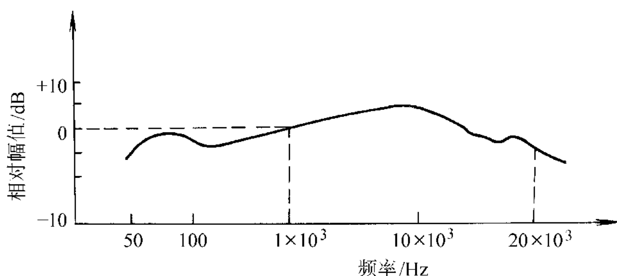


图 2-5　SM57 型演唱传声器的频响曲线

微巴），此值大说明灵敏度高。

（3）阻抗特性：传声器作为信号源，当它输出信号时，其本身所呈现的内阻称为阻抗特性。通常有高阻特性（≥10kΩ）和低阻特性（150～600Ω）。高阻特性的传声器连接线的长度应控制在 2～3m 之内，低阻特性的传声器连接线的长度可在 100m 之内。过长的传声器连接线会使信号衰减很大，甚至失真。

（4）方位特性：方位特性也称为极化图（Polar Pattern），传声器在不同的方向上具有不同的灵敏度。通过传声器轴线作为轴平面，距离传声器中心作半径为 1m 的圆，在不同的角度上放置发声功率固定的扬声器（例如：1kHz 声信号的功率为 1W），测量其相对灵敏度，并作相对灵敏度的极坐标图。一般常见的有 5 种方位特性：全向性、单向性、双向性、心形、超心形，如图 2-6 所示。在不同的频率下，传声器的方位特性可能有所不同。

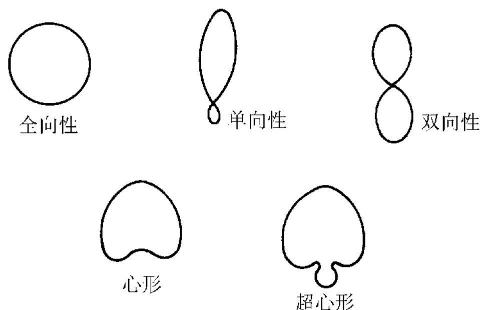


图 2-6　传声器的方位特性

2.7　立体声传声器有哪几种制式？它是怎样构成的？

立体声传声器有 3 种制式，即 A－B 制式、X－Y 制式和 M－S 制式。

（1）A－B 制式：由两个性能相同的心形或超心形单声传声器并排安放构成，两个单声传声器类似于人的双耳分布，通过两个单声传声器拾音信号的差异能区分出声源的左右分布。采用这种制式的传声器的立体声拾音效果一般，一般用于业余立体声拾音。

（2）X－Y 制式：由两个性能相同的心形或超心形单声传声器组成，两个单声传声器的轴线构成 X－Y 坐标式，其夹角可变（60°～120°），以适应不同环境大小的立体声拾音。采用这种制式的传声器的立体声拾音效果比采用 A－B 制式的传声器要好，可用于业余或专业立体声拾音。

（3）M－S 制式：此制式是将一个心形或超心形单声传声器放在正中央，一个双向性单声传声器躺着放置，两单声传声器的轴线互相垂直，M－S 为英文 Middle－Side 的缩写。这种制式的传声器的输出端应配接混合器，才能将左右声道信号分开。此制式传声器广泛应用于专业立体声拾音或扩声，其立体声拾音效果优于采用前两种制式的传声器。

2.8 应该怎样选用传声器？

依据使用场合、使用目的和使用对象的不同，灵活选用。选用时一般参考传声器特性进行，详见表 2-1。

对于多数有注册商标的传声器，传声器颈上都标有结构类型、方位特性和系列号，而频响、灵敏度和阻抗这些特性则只能参看说明书。

表 2-1 不同特性的传声器的适用场合

项目			新闻采访	大合唱	强噪声下记录
传声器应用结构类型		电动式	✓		✓
		电容式		✓	
		驻极体			
特性	灵敏度	高		✓	
		中	✓		
		低			✓
	频响	低频段平坦			
		中频段平坦	✓	✓	✓
		高频段平坦			
		全频段平坦			
	方位图	全向性			
		单向性	✓		✓
		双向性			
		心形		✓	
		超心形			
	阻抗	高阻			✓
		低阻	✓	✓	

2.9 无线传声器的结构和工作原理是什么？

无线传声器由两部分组成，即发射部分和接收部分，如图 2-7 所示。发射部分实际上是一个无线电调频（FM）台，声音由拾音头拾出，经音频放大后去调

制载波频率，经调频放大及功率放大后，从无线上发射出去。接收部分由天线、甚高频放大电路、混频器、差频放大电路、鉴频器和音频放大电路组成。因为它只接收传声器发射的调频波，并进行调谐放大，所以又称它为调谐器。

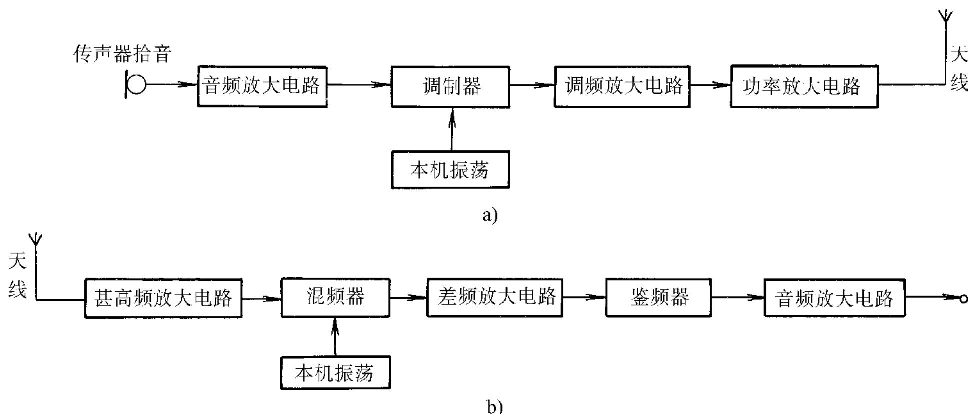


图 2-7　无线传声器的结构和工作原理

a）无线传声器的发射部分　b）无线传声器的接收部分

2.10　什么是近讲传声器？它有哪些特性？

近讲传声器是一种近距离拾音传声器，拾音距离在 0.5 ~ 5cm 之内，适用于演唱流行歌曲，它与普通会议用传声器（用于会议的传声器或驻极体传声器）不同，不会因为传声器距离演唱人员的嘴唇太近而引起低频提升效应，发出“噗噗”声。这种近讲传声器具有抗近距离效应（Counteracting Proximity Effect）。其原理是：两个进声孔的距离 d 很近（见图 2-8），振膜振动幅度的大小与进声孔的压力差 Δp 成正比，振动频率与压力差的变化速率有关，压力差

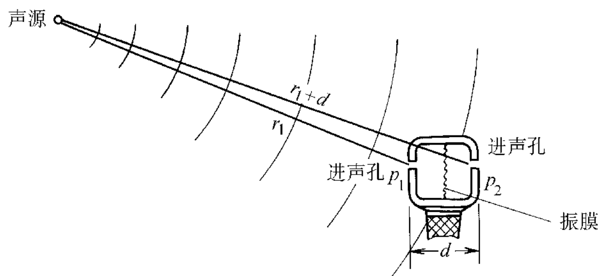


图 2-8　近讲传声器的特性说明

$$\Delta p = p_1 - p_2 = Q/r_1 - Q/(r_1 + d) = Qd/r_1(r_1 + d) \approx Qd/r_1^2$$

式中，Q 为系数；r_1 为声源到第一个进声孔的距离。

若声源功率为 W，空气密度为 ρ，声速为 v，则 $Q = \sqrt{W\rho v/4\pi}$。由于 d 很小，

分子 Qd 也很小，因此 Δp 不会引起太大的失真。

近讲传声器有如下优点：

（1）演唱时可以缩短演员与观众的距离，加强了与观众的感情沟通，增强了艺术感染力。

（2）有防风系统，可以避开演唱者的气声。

（3）有很好的防振效果，演员演唱时动作摆动不影响拾音。

（4）因为灵敏度低，可以避免观众的嘈杂声。

（5）低频和高频都略有提升，使演唱声既丰满明亮，又清晰动听。

2.11 调音台上提供+48V 幻象电源给电容式传声器，其间是怎样连接的？

调音台的幻象电源是将图 2-9 所示的右侧部分接到传声器卡侬插座上，而电容式传声器插入调音台的传声器卡侬插座则是按图 2-9 所示的左侧部分插入的，图 2-9 中 3 端对 1 端和 2 端对 1 端的电压为 +48V，2 端与 3 端之间的电压为 0V。

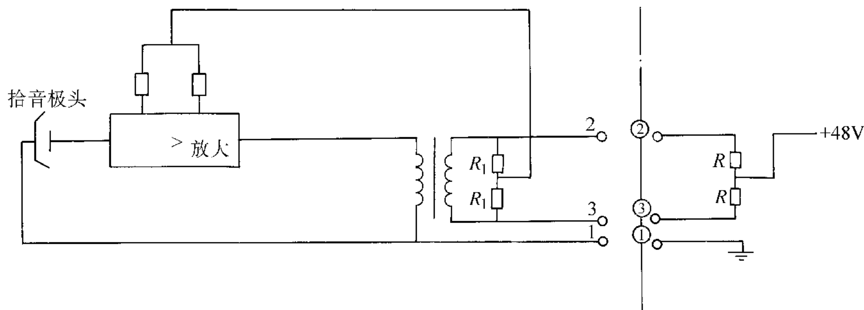


图 2-9　电容式传声器与调音台上幻象电源 +48V 的连接

2.12 使用传声器时有哪些注意事项？

（1）使用传声器之前，首先要知道它是何种类型的传声器，如果是电容式传声器，必须在调音台上接通幻象电源，不要使用购买电容式传声器时厂方提供的幻象电源，以免因电源极性不对而烧毁电源。

（2）传声器的连接线不宜过长，低阻传声器线的长度一般不超过 100m，高阻传声器线的长度则应控制在 2～3m 之内，以免传声器信号损失太大或失真。

（3）使用传声器时，不能采用手拍传声器的方式进行试音，也不要采用强吹气的方法进行试音，这样做容易损坏振膜或使振膜粘贴部分脱落，从而造成拾音性能的下降。

（4）要注意防尘、防潮。不用传声器时，最好将其放在干燥箱中。因为灰尘会使传声器的灵敏度下降，尤其会使其高频部分的性能下降。电动式传声器和电容式传声器是依靠振膜振动反映声音的强弱高低的，若灰尘太多，必然影响其

振动特性。驻极体传声器是靠电荷积累的变化反映外界声音的，若驻极体受潮或吸附的灰尘太多，肯定会影响其表面电荷的积累，从而影响灵敏度和频率响应。动圈式传声器若受潮发霉，其性能也会变差。

2.13　什么是唱机？它是怎样分类的？

能捡拾各类唱片中的声音信息并给予播放的机器都称为唱机。可以从结构原理、声道数、性能、控制唱片的方式和外形等几方面对唱机进行不同的分类。

按结构原理的不同可将唱机区分为电磁式、压电式、电容式、激光式4种形式。

（1）电磁式：利用电磁感应原理，唱针的针尖沿唱片槽运动，带动磁场中的线圈切割磁力线，产生感应电动势，通过电动势的变化反映唱片的声音信息。

（2）压电式：唱针沿唱片槽运动，带动压杆作用于陶瓷片，在陶瓷片上产生电压变化来反映唱片的声音信息。

（3）电容式：唱头沿唱片槽声轨运动，产生的电容量变化引起电量变化来反映唱片的声音信息。

（4）激光式：激光会聚于唱片槽，通过反射激光的变化来反映唱片的声音信息。

按声道数的不同，可将唱机分为单声道唱机、双声道立体声唱机和四声道立体声唱机。按性能的不同，可将唱机分为普及式唱机、高保真式唱机和专业（或广播）式唱机。按控制唱片的方式的不同，可将唱机分为手控式唱机、半自动式唱机、全自动式唱机和自动控制式唱机。按外形的不同，可将唱机分为便携式唱机、台式唱机和落地式唱机。此外还可以按拾音头、音臂和循迹方式来进行区分，例如：按拾音头和音臂组成的拾音器来进行区分，可将唱机分为速度型和幅度型唱机。前者输出的电信号大小与唱针针尖的速度成正比，灵敏度低而且要求必须与带有频率均衡功能的放大器相连接。后者输出的电信号大小与唱针针尖的振动幅度相关，灵敏度较高，结构较简单。

2.14　通常电唱机的转速有哪几种？变速装置又有哪几种？

通常电唱机有两种转速：$33\frac{1}{3}$r/min 和 45r/min。电动机驱动唱机的唱片座转动，必须采用变速装置，因为电动机本身的转速很快。变速装置有以下 3 种：

（1）摩擦轮传动：在电动机轴上装宝塔轮（大小轮），特点是简单耐磨、寿命长，但防振性能差。

（2）带传动：电动机通过胶带带动唱片座转动，特点是防振性能好，但胶带容易老化、寿命短。

（3）直接传动：利用伺服系统控制电动机作低速运转，特点是稳定性好，但造价较高。

2.15 什么是唱机的循迹误差？消除循迹误差的方法是什么？

唱片的刻刀是沿唱片的径向由外向里运动进行声轨刻槽的，而唱机的拾音唱针是以音臂支点为圆心作弧形运动。由于唱片与刻刀轨迹不一致所产生的误差叫循迹误差。消除循迹误差的方法有两种：一种是使唱头作一定角度的弯曲，即加入补偿角；另一种是延长音臂长度，使唱针的运动弧线接近于径向。

2.16 民用电唱机与专业用摩盘机有何异同点？

民用电唱机与专业用摩盘机在基本结构方面是相同的，都是由拾音头、拾音臂、唱片座、变速传动机构、电动机等组成，转速也都是两种，即 $33\frac{1}{3}$r/min 和 45r/min。所不同的是专业摩盘机增加了推拉杆微调唱速，可在 ±8% 范围内进行音调调节，拾音头采用金刚钻制作，唱片采用硬胶木材料制作。DJ（唱片播音师）手动唱台作各种加速、减速运动，产生不同节奏，唱针和唱片耐磨，不易受损。唱机电动机可任意正反转。

2.17 摩盘机分为哪几种？它们各有什么功能？

摩盘机分为两种：机械摩盘机和激光摩盘机（即双 CD 机）。

机械摩盘机是电唱机的一种，具有两种固定转速，即 $33\frac{1}{3}$r/min 和 45r/min。它有微调转速的推拉杆，可在 ±8% 范围内进行音调调节，进行唱片间的音乐切换时，可使音调平滑过渡，音调吻合。唱片座可以进行手动，使唱片相对于唱针作加速或减速运转，获得不同节奏的音乐，增强音乐的艺术感染力。

激光摩盘机又称为双 CD 机，是激光唱机的一种，其结构原理与普通唱机并无差别，只是增加了一些控制功能键，使其获得类似于机械摩盘机的效果。激光摩盘机的面板上装有微调转速推拉杆，同样可以在 ±8% 范围内进行音调调节。它还具有变调键，能给原音乐作升调或降调处理，装有循环键，第 1 次按下是循环起点，第 2 次按下是循环终点，第 3 次按下，则取消循环指令。它可以在任一乐段或乐句上循环播放，利用提示键（Cue）和暂停键（Pause），可以在乐曲中任一点产生结巴重复效果，先按提示键选取重复点，再按暂停键产生结巴效果。此外，它还装有剩余时间（Time）键，可以在显示窗显示出乐曲剩余播放时间，显示倒计时时间。它还有其他一些功能键，例如正反搜索键（◀◀和▶▶）、曲目跳跃键（|◀◀和▶▶|）、播放（Play）键和停机（Stop）键，这些功能键与普通激光唱机完全相同。

2.18 什么是混音器？它有哪些功能？

专业迪斯科（Disco）厅经常配置有混音器，供唱片播音师（DJ）用于音乐

的加工处理。

混音器是声音信号进入调音台之前，预先对其进行艺术加工、采样、混音的一种设备，它是唱片播音师的常用设备。它和摩盘机联合使用，能使唱片播音师的技艺得到充分的发挥。

混音器具有如下功能：

（1）可以在任意两通道的信号之间进行切换或混合。

（2）唱片播音师随时可以通过传声器将自己的演唱加进音乐中，激发起跳舞人群的激情。

（3）各输入通道的声音可以送往效果机进行效果处理，效果声大小可调。

（4）各输入通道可以进行混合，并且混合比例可调。

（5）可以对某些节奏或鼓点音乐进行采样，并且随时可以将采样信号混入播放的乐曲中。

（6）有左右声道总输出，左右声道都有均衡补偿，并且平衡比例可调。

（7）装有耳机监听键，唱片播音师随时可以监听各路声源的输入状况以及采样、混合输出情况。

2.19 在专业迪斯科（Disco）厅里，机械摩盘机和双 CD 机是怎样与混音器连接的？

它们的具体连接方法如图 2-10 所示。

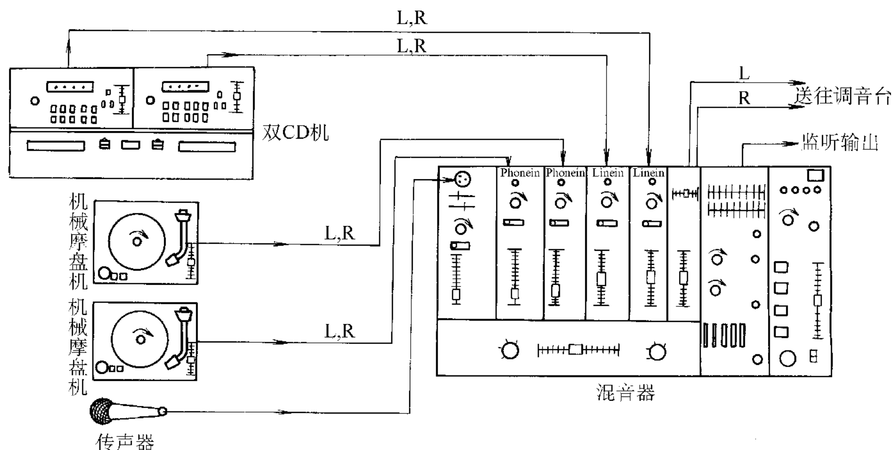


图 2-10　机械摩盘机与混音器的连接方法

2.20 卡座作为一种声源设备，在播放带有 Dolby（杜比）降噪标记的盒式磁带时，应当怎样使用卡座上的 Dolby 功能键？

带有 Dolby 降噪标记的盒式磁带，通常标有 Dolby 降噪类型，例如 Dolby A、

Dolby B、Dolby C、Dolby D 等。在播放这些盒式磁带时，卡座上的 Dolby 功能键应放在与盒式磁带相同的 Dolby 降噪类型上，播放 Dolby B 降噪类型的盒式磁带时，不能将卡座的 Dolby 功能键放在 Dolby A、Dolby C 或 Dolby D 上，否则降噪效果会很差。有时，市面上出售的盒式磁带标有 Dolby 字样，但没有标出型号，通常把它们当作 Dolby B 降噪类型来对待，因为民用 Dolby B 降噪类型不一定标明。

2.21 用卡座记录信号，如何加入 Dolby 降噪？怎样实现其降噪作用？

首先，必须明确不论是何种类型的 Dolby 降噪，降低的都是记录带的本底噪声。对于声源中的噪声，Dolby 降噪系统是无能为力的。为了降低记录带的本底噪声，记录前必须先在卡座上接通 Dolby 降噪键，声音信号经过降噪系统送往磁头系统记录。放音时，卡座上的 Dolby 降噪键也要接通，并且降噪类型必须一致，这样信号中的本底噪声可以得到很好的抑制，可比降噪之前降低 20dB 左右。

2.22 带有 Dolby 降噪标记的盒式磁带，用没有 Dolby 功能键的录音机播放时，会出现什么现象？

带有 Dolby 降噪标记的盒式磁带，录音都是经过 Dolby 降噪处理的，若用普通录音机直接播放，会出现高频成分过多、声音失真的现象；同时低电平的声音信号有所提升，高电平的声音信号没有多少变化，音乐的层次感变差；如果是立体声，可能会使立体声效果不佳，声源空间分布不明显，临场听音感有所减弱。

2.23 不带 Dolby 降噪标记的盒式磁带，用接通 Dolby 功能键的录音机播放时，会出现什么现象？

没有经过 Dolby 降噪处理的盒式磁带，用接通 Dolby 功能键的录音机播放，会出现高频成分损失太多、声音不清晰、音乐不细腻的现象，同时若增加放大量，高频噪声又会明显增大，不起降噪作用。

2.24 带有 Doldy 降噪标记的盒式磁带，用接通 Dolby 功能键的录音机进行转录，转录带会出现什么现象？

带有 Dolby 降噪标记的盒式磁带，在录制前先经过 Dolby 降噪处理，转录时若接通录音机的 Dolby 功能键，就会对磁带再次作 Dolby 降噪处理并记录在磁带上。这样转录的磁带，在播放时若接通录音机的 Dolby 功能键进行还音，达不到应有的降噪效果。

第3章　声音的艺术创作与加工

3.1　调音师或录音师经常用来进行声音艺术创作与加工的设备是什么？

调音师在扩声过程中或录音师在录制影视片声音过程中，使用的设备是调音台，声音信号从调音台的输入通道进入。调音台的输入通道有多有少，多的超过百路，少的有4路左右，各输入通道之间是互相隔离的，每一输入通道可以输入一个声音信号，每一输入通道可以单独对该路声音信号进行放大或衰减。调音台中具有低切按键，用来切除声音信号中100Hz以下的频率成分，使放声环境中不出现低频共振；具有独立的参量均衡器，对该路声音信号进行音质补偿或声音艺术创作，这部分功能影响声音的深沉、浑厚、丰满、活泼、圆润、明亮、透澈、清晰、层次及细腻亲切感。调音台还具有很多辅助旋钮，运用这些辅助旋钮可以任意进行各路声音信号的混合，且混合比例可调，把混合后的声音信号送出去作各种安排或控制。调音台的每一输入通道还设置了声像调节旋钮，能将该路声源设定在左右分布线的任一点上。调音台上还装有推拉键，一方面用于调音台的主要输出端各路声源混合比例调节，另一方面能为该路声源作远近分布的安排。此外，调音台上还安装有编组键，可以根据需要将各路声源进行编组处理。为了扩展调音台的处理功能，还在各路的输入端口加装插入插孔，通过此插孔将输入的声音信号引出送给外部设备进行处理，然后再由外部设备把处理后的声音信号送回调音台的相应通道上。

调音台的输出插孔很多，包括左右立体声输出、编组输出、矩阵输出、录音输出、混合输出、监听输出以及各种辅助输出，各输出端的声音电平可以在调音台的输出部分实行控制。

3.2　什么是调音台？

调音台是一种具有多路输入，每路上的声音信号可以单独进行各种艺术处理与加工，可以进行各种混合且混合比例可调，具有多种输出（其中包括左右立体声输出、编组输出、混合输出、录音输出、监听输出以及各种辅助输出等）插孔的设备。这种设备在诸多扩声系统或影视录音中获得广泛使用，它是调音师和录音师常用的专业设备。

3.3　调音台常用于哪些场合？

由于调音台在处理和加工声音方面具有强大的功能，因此在许多场合都得到

了广泛应用。其中最为常见的是在影视制作的录音棚；电视台或无线电台的演播室；音乐制作的播音室；各种类型的歌舞厅、会议室、大众娱乐休闲室；礼堂、各种剧场以及体育实况转播；现场立体声制作及扩声；各种文艺演出、乐队演奏以及广告制作部门等。

3.4 有哪几种调音台？

根据使用目的和使用场合的不同，生产调音台的厂商生产了各种各样的调音台。分类如下：

（1）立体声现场制作调音台（Stereo Field Production Console）。

（2）录音调音台（Recording Console），带有振荡器和多编组。

（3）音乐调音台（Music Console），带有矩阵输出。

（4）剧场调音台（Theatre Console），具有多种辅助输出。

（5）无线广播调音台（On Air Console）。

（6）有线广播调音台（Wired Broadcast Mixer），功能键较少，有的不带参量均衡功能。

（7）数字选通调音台（Digital Routing Mixing Console）。

（8）扩声调音台（PA Mixer）。

（9）带功率放大器的调音台（Powered Mixer）。

（10）便携式调音台（Compact Mixer）。

由于不同场合的需要，这些调音台面板的功能键及布局会有所不同。

3.5 调音台由哪几部分组成？

调音台的类型不少，但从基本结构来看，无论是数码型调音台还是模拟型调音台、带有矩阵的调音台还是多编组带有振荡器的调音台、带功率放大器的调音台还是便携式的调音台都是由三部分组成，即输入部分、母线部分和输出部分。通过母线部分把输入部分与输出部分联系起来。输入部分是由多个通道组成的，各种声音信号先进入输入部分，经过艺术加工后送往不同的母线进行各种混合，混合后的声音信号通过输出部分放大或再混合、电平控制，再由输出端口送出，如图3-1所示。

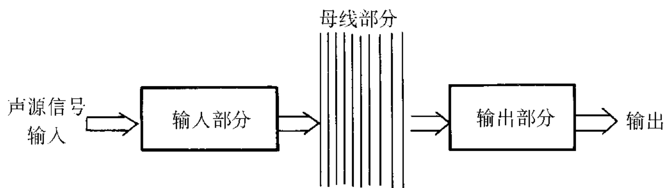


图3-1 调音台的基本组成

3.6　调音台的输入部分是由哪几个组件构成的？

调音台的输入部分由 7 个组件构成：接插端口、放大组件、均衡组件、辅助组件、声像组件、衰减组件、分配按键等。在这 7 个组件中，除声像组件和衰减（推子）组件外，其他组件依据调音台的类型不同而简繁不一。

3.7　调音台输入部分的接口端都有哪些插口？它们各起什么作用？

调音台的输入部分一般有 3 种插口：

（1）卡侬插口：是一种阴形三孔插口，每一端都有标记号即 1、2、3，以此来代表 1 端、2 端、3 端。

2 端称热端 Hot（或高端），3 端称冷端 Cold（或称低端），这两端用于声音信号的传输。1 端为接地端，与机器外壳和屏蔽线相连。这是一种平衡传输插口，因为 2、3 端相对于 1 端的阻抗相同，并且属于低阻抗输入 Low－Z，所以抗干扰性强、噪声低，多数用于连接有线传声器。有些调音台上这种插口的标记为“Mic.”意为传声器输入插口。

（2）线路输入插口（Line）：这是一种大三芯插口，可使用大三芯插头作平衡输入，其中芯（Tip）为热端，环（Ring）为冷端，套筒（Sleeve）为接地端。热、冷端接有大阻值的电阻（如 36kΩ），所以它们是高阻输入端 Hi－Z。也可以采用大二芯插头作非平衡输入，其中芯（Tip）为热端，套筒（Sleeve）为冷端。除传声器外，其他声音信号都由此插口进入调音台。

（3）插入插口 INS.（Insert）：这是一种大三芯插口，也称又出又进插口（Send/Ret.），它是一种特殊插口，进入调音台的声音信号经前置放大之后，由大三芯与套筒地线引出，给其他外部设备处理（放大、均衡、压缩等处理），然后，由此插口的环与套筒将处理的声音信号送回调音台，如图 3-2 所示。

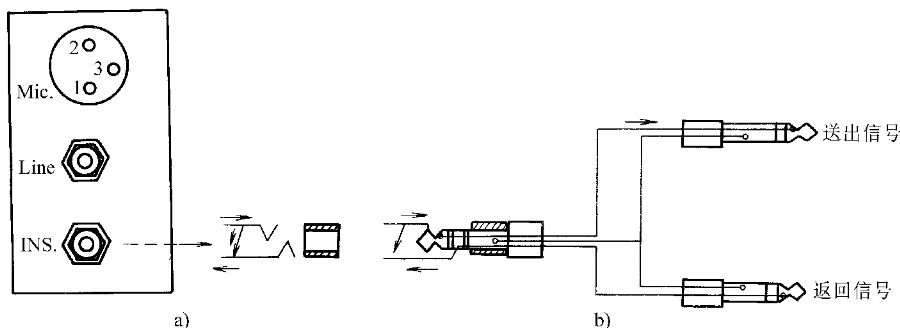


图 3-2　调音台输入通道上的插孔及 INS. 插孔的连接线

a）调音台输入通道插孔　b）INS 插孔的连接线

有些调音台还有直接输出插口（Direct），有此插口的调音台多为实况转播

用调音台，这是一种输出插口，可以从调音台的前置放大器之后输出，也可以在该路参量均衡器后输出，还可以是经过该路推子之后输出。

有些调音台还设有磁带信号输入的莲花插座，用于卡座（录音机）的信号输入。调音台的每一通道只能进一个声源，如果该路用了传声器插口，则线路输入插口便空着，否则两声源之间可能互相干扰、阻抗不匹配，造成声音失真。若在这部分装上了传声器输入和线路输入的切换开关，则允许接入两个声源，通过切换开关进入该路声源信号还是一种声源信号。另外，有些调音台在这部分装有＋48V 按键，按这个按键可以给电容式传声器提供工作电压（幻象电源）。还有的调音台装有 Φ 按键，它是倒相键，按下它可以将输入的声音信号倒相 180°。

3.8 调音台输入通道的放大组件中包括哪几个功能键？这些功能键起什么作用？

调音台输入通道的放大组件中通常有两个功能键，它们是定值衰减按键（Pad）和增益调节旋钮（Gain）。

（1）定值衰减按键（Pad）：按下它，可以将输入信号衰减 20dB（相当于 10 倍），有少量调音台的定值衰减为 30dB（32 倍）。

（2）增益调音台旋钮（Gain）：调节输入信号的放大量，放大量的范围为 10～60dB。

由于各种声源信号进入调音台大小不一，有的相差甚远，例如：传声器的输入信号幅度一般为 150mV，而 CD 机的输入信号幅度约为 2～3V，为了让调音台的每一输入通道推子能直观地反映比例大小，必须让输入调音台的声音信号基本一致，不失真，信噪比达到最佳，利用这两个功能键使输入信号为大信号时，先衰减后放大；输入信号为小信号时，则不衰减而直接放大，让该路上的峰值指示灯处于接近不亮的状态。关于这方面，在给乐队进行调音时则显得很重要，因为各乐器声的比例应在推拉键上直观地反映出来，这就要求进入各输入通道的信号大小基本一致。

3.9 调音台的每一个输入通道上都有峰值（Peak）指示灯，在调音过程中，此灯应保持发亮状态吗？

调音台的每一个输入通道上都有峰值（Peak）指示灯此灯在声音信号输入时不应发亮，发亮表示输入的声音信号太大，进入调音台后失真。一旦峰值指示灯发亮，必须调节该路的增益调节旋钮，使增益减低，峰值指示灯随即熄灭。由于此灯安装在该路推子前，参量均衡的提升，也可能使它发亮，这时有必要进一步降低总的增益，而推子对峰值指示灯毫无影响。

3.10　什么情况下应使用+48V 幻象电源按键？什么情况下应使用倒相（Φ）按键？

如果使用的传声器是电容式传声器，必须按下调音台上的幻象电源按键开关(Phantom)，否则电容式传声器上没有工作电压。有些调音台的幻象电源按键开关不是装在每一个输入通道的插口部位，而是装在调音台电源开关的旁边。在这种情况下，接通幻象电源，等于给所有传声器插口都加上+48V 电压，这对于电动式传声器和电容式传声器混合使用的场合，不会出现问题，因为一般电动式传声器的输出都有阻抗变换变压器，它一方面起阻抗变换作用，另一方面起隔离作用，不会损坏电动式传声器，也不会烧毁调音台上的幻象电源。但不要同时使用调音台幻象电源和电容式传声器配带的+48V 电源，否则电源极性不同，容易烧毁电源配件。

在有些文艺演出场合，需要使用多只传声器对同一声源进行拾音，由于各传声器出自不同的生产厂商，其输出接线可能是反相的。反相的传声器拾音信号进入调音台进行混合会相互抵消，这样不是增强了拾音效果，而是减弱了拾音效果。必须在扩声之前做好扩声准备工作，试试各只输入传声器，如果有传声器反相的情况，必须按下其中对应路上的倒相按键，让各只传声器对同一声源的拾音信号在进入调音台进行混合时相位相同。

3.11　调音台每个输入通道中都配有均衡器，这种均衡器是什么均衡器？它在调音台中起什么作用？

调音台的每个输入通道都配有均衡器，这种均衡器属于参量均衡器，起音质补偿和艺术加工声音的作用。当声音不清晰、不透澈、不明亮、没有活力、不丰满、不浑厚时，都可以通过有关的功能键进行补偿。还可以按主观上的需要及对听音的要求去加工声音，使之更富有艺术感染力。

3.12　调音台上的通道参量均衡器有哪些功能键？各功能键起什么作用？

扩声调音台的参量均衡器功能键的安排如图 3-3 所示。其中分为 3 个频段(见图 3-4)，第 1 个旋钮为高频段 10～20kHz 的提（升）衰（减）量调节。第 2 个旋钮为中频段 150Hz～5kHz 中心频率调节。第 3 个旋钮为中频段中心频率的提（升）衰（减）量调节。第 4 个旋钮为 150～20Hz 的低频段提（升）衰（减）量调节。

各频段的分布如图 3-4 所示。

（1）高频段（HF）：高通滤波倾斜点频率为 10kHz，提（升）衰（减）量为±15dB，这一频段主要用于声音的清晰度补偿，但过度补偿会使声音尖刺，令人烦躁，若过度衰减，则会使声音朦胧、模糊不清。

（2）中频段（MF）：范围是 150Hz～5kHz，围绕中心频率提（升）减（减）量（峰谷点）为 ±15dB，中心频率点放在 500Hz～5kHz 范围内，补偿声音的明亮度，若过度提升，声音呆板，若过度衰减，则声音灰暗。中心频率点放在 150～500Hz 范围内，补偿声音的力度、朝气与活力。若过度提升，则使声音生硬，若过度衰减，则使声音无力。

（3）低频段（LF）：低通滤波倾斜点频率为 150Hz，提（升）衰（减）量为 ±15dB。这一频段主要用于声音的丰满度补偿。过度提升，使声音浑浊、发闷，过度衰减，则使声音单薄、干瘪。

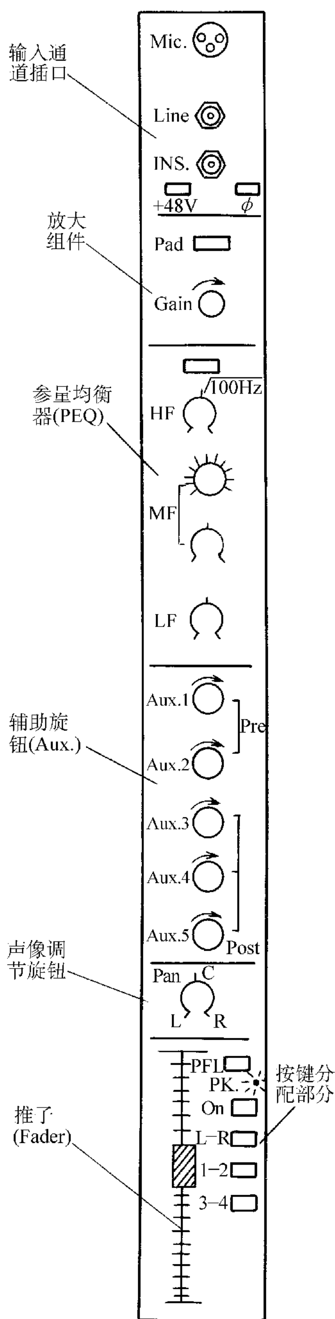


图 3-3 调音台输入通道的功能键安排

3.13 在调音台的参量均衡组件上，常出现一个符号是 $\sqrt{100\text{Hz}}$ 的按键，它起什么作用？

这个按键称低切（Lowcut）按键，按下它将输入的声音信号中的低频段（100Hz 以下）全部切除。通常不要按此键，尤其在歌舞厅里不要按它，否则音乐节奏及节拍感会很差，直接影响跳舞者的情绪。在有些扩声场合，例如礼堂建声存在缺陷、低频共振严重时，舞台上稍有低频声成分，便“嗡嗡”声不断。为了让听众能听清语音，将此键按下，切除声音中 100Hz 以下的成分。

3.14 有些音质补偿精细的高档调音台（如录音调音台和音乐调音台）的通道参量均衡器上有哪些功能键？这些功能键起什么作用？

音质补偿精细的调音台多用于器乐的音质补偿，其参量均衡器是一种完备的参量均衡器，分为 4 个音频段即高、中高、中低、低频段。每个频段都有不同的中心频率调节，相应于中心频率点的提（升）衰（减）量调节，以及品质因数 Q

值的调节。品质因数 Q 值的调节范围一般是 0.5～7。Q 值愈大，中心频率的提（升）衰（减）带宽愈窄，如图 3-5 所示。

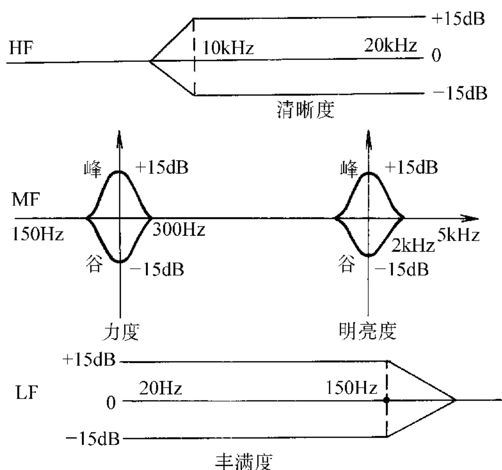


图 3-4　3 段参量均衡对音质的影响

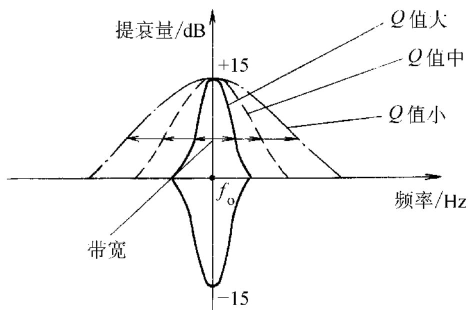


图 3-5　品质因数大小对带宽的影响

3.15　在卡拉 OK 厅里，调音师常常要为演唱声进行音质补偿，使演唱声明亮动听，在调音台相应演唱声的输入通道中如何快速准确地找到补偿频点呢？

采用扫频法，先将中频段的提（升）减（减）量放在＋6dB 处，从低往高调节中心频率，之后再从高往低进行调节，来回两遍便能发现需要进行补偿的中心频点，然后将这一频点固定，适当增加或减少提衰量，声音明亮度便可以得到补偿。

3.16　调音台输入通道的辅助（Aux.）旋钮起什么作用？有些辅助旋钮旁边还标有“Pre”和“Post”，它们是什么意思？

调音台输入通道辅助旋钮的数量有多有少，多的有十几个，少的只有两个，调节它等于调节该路声音信号送往相应辅助母线上的大小。有多少个辅助旋钮便知道调音台内部有多少根辅助用线。“Pre”（之前）和“Post”（之后）是指辅助旋钮的声音信号取自该路推子之前还是推子之后，若是“Pre”，则该辅助旋钮调节不受该路推子的影响。若是“Post”，则该辅助旋钮调节受该路推子的影响。

3.17　有的调音台输入通道上没有辅助（Aux.）旋钮，而是有 Effect（或 Rev、Fx）、Monitor、Foldback 旋钮，尤其老式调音台基本上是这些旋钮，它们是什么意思？

Effect（或 Rev、Fx）旋钮是指该路声音信号送往效果母线大小的旋钮。调节 Monitor 旋钮是调节该路声音信号送往监听母线的大小，调节 Foldback 旋钮

是调节该路声音信号送往反馈母线的大小。其实这些部件内部连接是完全相同的，所以有些生产调音台的厂商用辅助旋钮“Aux.1”、“Aux.2”等代替它们，让调音师更灵活掌握这些母线上的混合及其输出的应用。

3.18 调音台的输入通道中都装有Pan旋钮，它起什么作用?

调音台输入通道上的Pan旋钮称为声像调节旋钮，是用来调节该路声源左右分部的旋钮，若放在中心（Center）位置，等于把该路声源放在听音范围的中央。如果左右声道输出送往左右声道的音箱放声，此时左右音箱音量相同，听音者感觉声源发声来自正中央。若把Pan旋钮放在左边（L），等于把该路声源放在听音范围的最左边。此时左音箱有声而右音箱无声，听音者感觉声源在自己的左边。若把Pan旋钮调在右边（R），等于把该路声源放在听音范围的最右边，此时左音箱无声，右音箱有声，听音者感觉声源在自己的右边。当然，还可以把Pan旋钮调在中间偏左或中间偏右的任何位置。这一旋钮是调音台处理立体声输出的主要旋钮。

3.19 调音台的输入通道上都装有推拉键（即推子——Fader），**它起什么作用?**

调音台输入通道上的推子的作用有两种：

（1）调节该路声音信号送往有关母线的混合比例。若往上推，此路声音占的混合比例大，若往下拉，则占的混合比例小。

（2）创作该路声源的远近深度分布。人耳听音时，若某声音大，感觉声源离听音者近，反之，则感觉声源离听音者远。

这一功能键与声像调节旋钮（Pan）结合起来，便能将声源安排在某一空间的不同位置上发声。这两个功能键是调音台创作立体声输出功能键。

3.20 调音台输入通道的推拉键（Fader）**旁边安装有各式按键，它们都是些什么按键? 它们各起什么作用?**

（1）PFL键：衰前监听键，PFL为英文Pre Fade Listen的缩写。按下它，用耳机插入调音台上的耳机插孔HeadPhone（HP）便能听见该路推子前（衰减器推子之前）的声音。

（2）On键：接通按钮，按下它，可以将输入的声音信号接入调音台。

（3）L—R键：左右声音信号分配键，按下它，可以将该路声音信号通过本路Pan旋钮调节后，送往左右声道母线。

（4）编组1—2键：编组母线1和2分配键，按下它，可以将该路声音信号通过本路Pan旋钮调节后，送往编组母线1和2。

（5）编组3—4键：编组母线3和4分配键，按下它，可以将该路声音信号

通过本路 Pan 旋钮调节后，送往编组母线 3 和 4。

（6）Solo 键：独奏键，按下它，在调音台的输出端只出现这路声音信号。但是有些调音台把它当作衰前监听（PFL）键使用。

（7）Mute 键：哑音键，按下它，在调音台的输出端不出现这路声音信号。但是有些调音台把它当作接通（On）键使用。

（8）Mix 键：混合键，其作用与 L－R 键相同。

（9）Sub1－2：分组键，其作用与编组 1－2 键相同。

（10）Sub3－4：分组键，其作用与编组 3－4 键相同。

3.21　调音台输出部分是由哪些组件构成的？

调音台输出部分，除电源（包括幻象电源）之外，有主控输出（Master）（包括左右声道输出和编组输出）、辅助送出、监听输出、录音输出、混合单声输出、耳机监听、各种输出表头显示、对讲输入以及辅助返回，返回电平及声像调节等组件。如果是矩阵调音台，还有矩阵输出组件。

3.22　调音台输出部分功能键的安排都有哪些规律？

调音台输出部分功能键的安排一般都有如下规律：

（1）有多少母线，就有多少输出插口，母线数量的多少完全可以从调音台的输入通道判断出来，例如：若有 5 个辅助旋钮，肯定就有 5 条辅助母线，若按键分配上有 L－R 按键（或混合按键），一定就有左右声道母线。若有编组 1 和 2、编组 3 和 4 按键，一定就有 4 条编组母线。

（2）每种输出插口一定装有旋钮或推子来控制其输出大小。

（3）在控制输出大小的旋钮或推子旁边都装有监听键，是用推拉键控制输出大小的，多数是衰前监听键（PFL），用旋钮控制输出大小的，多数是衰后监听键（AFL）。

（4）左右声道的输出之前或编组输出之前，多数都设置了 INS. 插孔，用于外部设备对输出的声音信号进行处理。

（5）辅助返回（Aux. RET. —— Aux. Return）的信号在进入有关母线之前，都安排有大小调节旋钮（Level）和声像调节旋钮（Pan）。

（6）如果输出部分安排有对讲传声器（TB Mic.）和耳机插孔（HP），附近一定有大小调节旋钮（Level）。沿着以上的规律去找相应的功能键，输出部分功能键的作用便一目了然了。

3.23　调音台中的声音信号到底是怎样流通的呢？

要弄清调音台上声音信号的流通途径，就必须了解调音台的信号流程图，调

音台的信号流程图如图 3-6 所示。

声音信号从传声器或线路输入插口进入调音台，经放大部分的定值衰减及增益放大后，进入参量均衡器（PEQ），从参量均衡器输出，送至推子，后接声像调节部分，由声像调节部分分出两路进入左右声道母线、编组母线 1 和 2、编组母线 3 和 4。在推子前后安排有辅助旋钮，有的在推子之前（Pre）引出声音信号经辅助旋钮送往相应的辅助母线，有的在推子后（Post）引出声音信号，经相应辅助旋钮送往相应的辅助母线。同时输入通道上的峰值指标灯是安装在推子之前，与推子推大推小无关。图中只画出了一路输入，调音台各路输入的流程完全相同。有的调音台的输入部分还有立体声输入通道，立体声输入通道的功能键比单声道输入通道的功能键简单，通道放大部分只保留一只按键，按下它则信号衰减 10dB，PEQ 省略了中频段，辅助旋钮只保留一个，靠一只按键起两个辅助旋钮的作用，用平衡旋钮代替声像调节旋钮（Pan），用一个推子同时改变左右立体声混合比例。推子旁边的按键也有所简化，常用“弹出/按下”两种状态代替单一的功能按键。

图 3-6 的右边为调音台的输出部分，各母线混合的声音信号送出去时，通常经过两级放大，即混合放大和隔离放大（或叫缓冲放大），改变输出信号大小的电位器都安排在两个放大器中间，隔离放大器的放大量很小，只有 1～2 倍，主要起隔离作用，使输出端的负载变动或短路时不影响前面母线上的混合信号。辅助返回可用于效果返回，亦可接入其他采样声音信号或外部设备处理后的声音信号，送往左右声道母线或编组母线，进行叠加，再一起送出。

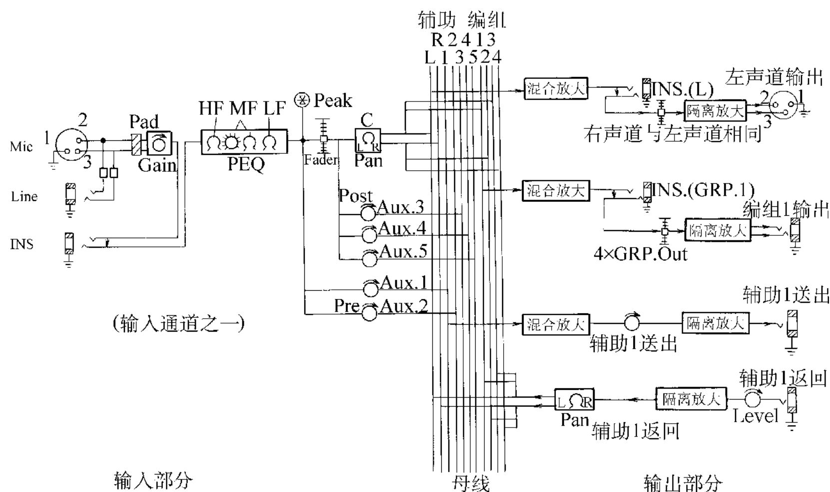


图 3-6　调音台的信号流程图

3.24　有的调音台（例如录音调音台、剧场调音台等）辅助母线很多，这些辅助母线都有哪些用途？

调音台的辅助母线愈多，调音师或录音师使用起来就愈方便。辅助母线的多少，在调音台的输入通道能直观地反映出来。

（1）有些辅助母线（Aux. Bus）可当作效果母线（Effect Bus）使用，为效果机提供输入声音信号。

（2）有些辅助母线（Aux. Bus）可当作监听母线（Monitor Bus）使用，为监听功率放大器和音箱提供声音信号。

（3）有些辅助母线（Aux. Bus）用于图表均衡器或激励器，单独对某些声音进行音质补偿。

（4）有些辅助母线（Aux. Bus）可以作为光控台的有线声控信号来控制灯光变化（如亮度、图形、颜色或速率变化等）。

（5）有些辅助母线（Aux. Bus）可单独对某些声源进行扩音或记录。在娱乐场所，用音控室的调音台去控制多个活动场地的音乐，能使其播放相同或相异的音乐。

3.25　单声进入调音台时，如何在调音台上将其加工成立体声并送出？

单声进入调音台，每个声道上都安排了声像调节旋钮（Pan）和推子（Fader），它们可以将该路声源放置在各种位置上发声。例如：把琵琶演奏放在听音者听音范围的中间偏左，并且离听音者近，则把该路上的 Pan 调在中间往左，推子推大。根据调音师的意图安排各路声源位置。

3.26　调音台创作立体声输出时有规律可循吗？

调音台创作立体声输出，是靠声像调节旋钮（Pan）和推子（Fader）来完成的。在每个单声输入通道上都有装有这两个功能键，对于演唱声和乐队的主乐音，将该路上的声像调节旋钮（Pan）放在中间位置，推子（Fader）推大，突出演唱声和主要乐器的发声，而对于其他伴奏声，则可以进行不同调节，安排在其他空间位置上发声。

3.27　立体声声源分两路（L、R）进入调音台，怎样使调音台的左右声道输出保持原有的立体声放声效果？为什么？

立体声声源分两路（L、R）进入调音台，为使调音台的左右声道输出保持原有的立体声放声效果，必须作如下调节：

（1）将左声道输入的那一通道上的声像调节旋钮（Pan）调在左边（L）。

（2）将右声道输入的那一通道上的声像调节旋钮（Pan）调在右边（R）。

（3）将两输入通道的推子（Fader）推到同一高度上。同时，两路的输入增益应保持一致。

从图 3-7 中可以看出，假设原来的立体声中小提琴的发声被安排在中间偏左的位置，听音者听起来，小提琴声是从中间偏左的地方发出的。在此情况下左（L）声道的小提琴信号幅度比右声道大，为了保留左、右声道母线上的小提琴信号与左（L）右（R）输入的小提琴声音信号一致，只能按上述的 3 个步骤调节才能实现。否则，会导致左右声道母线的声音信号混乱，无声像分布或单声现象（若将两输入通道的 Pan 放在中间的话，便成为单声，左、右母线上的信号幅度完全相同，从调音台的左右声道输出而无声像分布）。

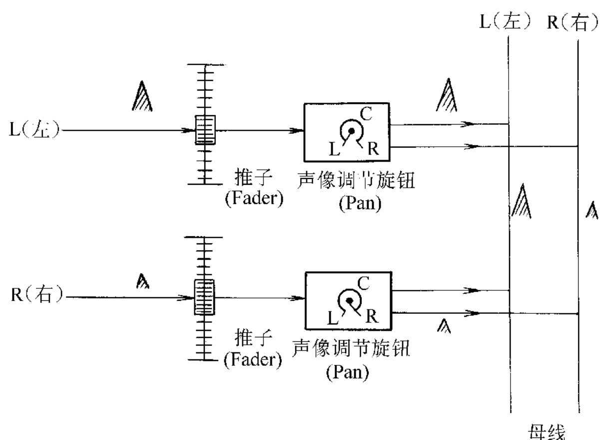


图 3-7　在调音台上保持原有立体声声像的方法

3.28　调音台的舞台监听与调音台的耳机监听有区别吗？

舞台监听是供舞台演出人员听音，舞台监听的声音来自调音台上的辅助送出，根据需要可以单独监听某种声源的声音，通过监听音箱放出，让演出人员相互监督，利用调音台上相应辅助旋钮的调节便能实现。对舞台监听音箱发声频率范围的要求是全频段的，辐射阻抗特性曲线应该比较平坦，各频率成分辐射比较均匀，但功率并不要求很大，能让舞台演出人员听见即可（一般每只监听音箱放声功率在 100W 左右）。耳机监听则是调音师用来监听各种声源输入状态（包括噪声大小及失真状况等）以及从调音台送出去的各种输出情况的（包括混合比例等）。

3.29　调音台与效果机的连接方式有哪几种？

调音台与效果机通常有 3 种连接方式：

（1）利用调音台每路上的 INS. 插孔，单独对该路的声音信号进行效果处理，这种处理方式具有独立性，适合各类声源用不同的效果进行处理，一些大型乐团的扩声可以采用此种方式。

（2）利用调音台的辅助送出（Aux. Send），进入效果机的输入端（Input），从效果机输出（Output）接到调音台的辅助返回端上，需要进行效果处理的声音，将该路上相应的辅助旋钮打开，不需要进行效果的，则将该路上相应辅助旋钮关闭，这样用同一效果可以处理多个同类声源（如几个演唱声）。

（3）利用调音台的辅助送出（Aux. Send），进入效果机的输入端（Input），从效果机输出（Output）接到调音台的某输入通道的 Line 端，这时将该输入通道当作效果的再加工通道，可以将效果声放大，进行高、中、低音的补偿，对效果声作声像定位，调节效果声混合比例等。这种接法可以使效果声更大、更饱满，但必须关闭这路上的所有辅助旋钮，否则会产生啸叫声或在辅助母线上出现效果声，这是不希望出现的现象。与辅助送出相同的辅助输入旋钮不能打开，只要打开，便马上会出现啸叫声，并且啸叫声很大，容易损坏周边设备、功率放大器或音箱的高频头。

第4章 音质补偿

4.1 音质由哪些要素组成？

音质由四要素组成：音量、音调、音色和音品。这些都是心理量，与它们相对的物理量是声振幅、音频高低、频谱结构和各频率成分相对分布特点，这些对应关系并非是等价或线性的，例如：声振幅增大1倍，声音音量听起来并不是增大1倍。另外，心理量本身也难以定量衡量。

4.2 自然界中的发声体发声时，从频率的角度看，它分为哪几种？它们与音调有何关系？

自然界中发声体发出的声音从频率角度看分为两类，即纯音和复合音，纯音是单一频率成分的音，复合音是由两种以上频率成分构成的音。自然界中绝大多数发声体发出的是复合音。若纯音的频率高听起来音调便高，频率低则听起来音调便低。而复合音的音调高低则取决于其主要频率成分的分布，若其主频（占比例大的）结构落在低频段，听起来音调便低，若其主频结构处于高频段，听起来音调则高。

4.3 在概念上音色和音品有何差异？

音色是借用光颜色引用过来的一种概念。光分为纯光和复合光，纯光是由单一频率成分构成的光，而复合光则是由多种频率成分组成的光，不同频率的光引起的色感不同，所以形成各种颜色。声音与光类似，用音色表征声音的频率成分组成。声音的频率成分越多，音色便越丰富，听起来声音就越洪亮、越宽广、感人肺腑、扣人心弦、娓娓动听。如果声音中的频率成分很少，甚至是单一频率，音色则很单调乏味、平淡无奇，令人昏昏欲睡。

音品即声音的品味，它与声音中各频率成分幅度值的分布（或叫包括线分布）有关，如果搭配不同，同样的频率成分听起来声音品味并不相同。正如色彩相同，但如果调配的比例不同，彩画的生动性、真实性就会大受影响，艺术感染力相差也会很大。可见，音色与构成声音的频率成分的多少有直接关系，而音品则与组成声音的各频率成分的相对比例有密切联系。

4.4 音质四要素与音乐中音的属性有何对应关系？

音质中的音量与音乐中的强弱对应，音调与音乐中的音高对应，音品与音的

长短和节奏相关。音质中的音色与音乐的动听与否有着密切的关系。

4.5　均衡器是一种什么样的机器？它在音质补偿中起什么作用？

均衡器实际上是对频响曲线进行调整的机器，它在调整频响曲线的过程中，使声音中各频率成分的幅度发生变化，或提升或衰减，也就是使相对音量发生变化。与此同时，如果是主要频率成分发生变化，在音调上也就跟着变化，相对比例发生变化，声音的品味也就会变化。因此可以说，均衡器是用来补偿音量、音调和音品的设备。

4.6　均衡器按用途区分，可分为哪几种？

均衡器按用途区分有图表均衡器、房间均衡器和参量均衡器。图表均衡器主要对音频载体或音响设备不够理想的频响曲线作必要的补偿，使声音信号不失真。房间均衡器主要用于室内听音补偿，补偿由于房间吸声条件的不同引起的听音缺陷，也就是补偿房间频响曲线，使室内听音获得平衡。参量均衡器则用于声音的艺术加工及主观处理。

4.7　图表均衡器的频率刻度是按什么方式进行的？

图表均衡器的频率刻度是按倍频程方式进行的。所谓倍频程（Octave），是指使用频率 f 与基准频率 f_0 之比等于 2 的 n 次方，即 $f/f_0=2^n$，则 f 称 f_0 的 n 次倍频程，n 取分数或整数，如 n 取 1/60、1/10、1/5、1/3、2/3、1、2…若 $n=1/3$，叫 1/3 倍频程，31 段图表均衡器便是按 1/3 倍频程进行频率刻度的，其频率为：20、25、31.5、40、50、63、80、100、125、160、200、250、315、400、500、630、800、1000、1250、1600、2000、3150、4000、5000、6300、8000、10000、12500、16000、20000Hz。若 $n=2/3$，叫 2/3 倍频程，15 段图表均衡器是按 2/3 倍频程进行频率刻度的。其起点频率从 31.5Hz 开始，即 31.5、50、80、125、200、315、500、800、1250、2000、3150、5000、12500、20000Hz。

4.8　倍频程的概念有何实用意义？

在音频（20Hz～20kHz）范围内，使用倍频程对频率进行刻度，以有限的频点清楚地展示出各种测量的量随频率的变化，一目了然。同时，音频的倍频程往往与音乐的音程（音阶）紧密联系着。一个倍频程可以分成 8 度音阶，改变一个倍频程等于改变 8 度音程。此外，在音响设备的调节中有关频点的频带宽度也都与倍频程概念紧密结合，改变多少倍频程带宽，就相当于音程发生多少变化。

4.9 均衡器的工作原理是什么？

均衡器的工作原理如图 4-1 所示。每个频点有一个推拉键，推拉键的活动端串接了 LC 串联谐振回路，串联谐振频率 $f_o=1/2\pi\sqrt{LC}$，为了改变串联谐振的带宽，在此支路上接入一个可调电阻 R_o。当推拉键往上推时，运算放大器输出端的 f_o 成分被 LC 串联谐振电路短接，经 R_o 到地，f_o 成分负反馈到输入端的反馈量减小，根据放大器负反馈引入对放大量影响的公式

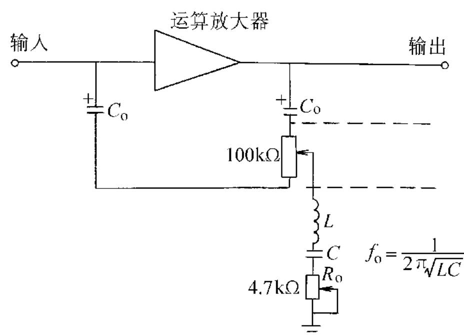


图 4-1 均衡器的工作原理

$$A=\frac{A_0}{1+\beta A_0}$$

式中，A_0 为负反馈前的放大量；A 为负反馈后的放大量；β 为反馈系数。

由于负反馈量减小，βA_0 减小，A 得到增长，于是在运算放大器输出端的 f_o 成分得到提升。当推拉键往下拉时，运算放大器输入端的 f_o 成分被 LC 短接，经 R_o 到地，也就是在输入端 f_o 成分的输入阻抗减少，经过运算放大器后 f_o 成分得到衰减。利用不同支路配置不同的 LC，获得相应的频率刻度数的提升或衰减，31 段图表均衡器等于配置 31 个不同的 LC 串联谐振回路。如果把各支路上调节带宽的 R_o 放在机器的面板上供调节，音频频率按高频段/中频段/低频段区分，每个频段上的中心频率可调（采用可调电容或可调电感），这就构成了参量均衡器。

4.10 为什么图表均衡器的推拉键分布直观地反映了所作的频响补偿曲线？

因为图表均衡器各支路的推拉键调节是独立的，每个中心频率的提升、衰减量范围通常为±12dB，在此范围内推拉键的位置不同，其提升衰减曲线亦不同，如图 4-2a 所示，全频段声音信号通过各频点提衰补偿，总的补偿曲线是各个独

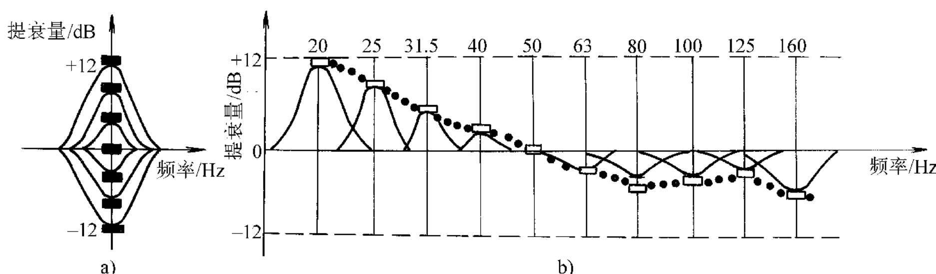


图 4-2 图表均衡器的均衡补偿曲线

立频率补偿曲线的叠加，总体补偿曲线实际上就是各个推拉键的连线，如图 4-2b 所示。

4.11　利用图表均衡器进行音质补偿时，通常按音域进行，怎样区分音域？各个音域相对应的音品又是什么？

从图 4-3 中可以清楚地看到声音频率范围可以分为 10 个音域，每个音域有与其相对应的音品。

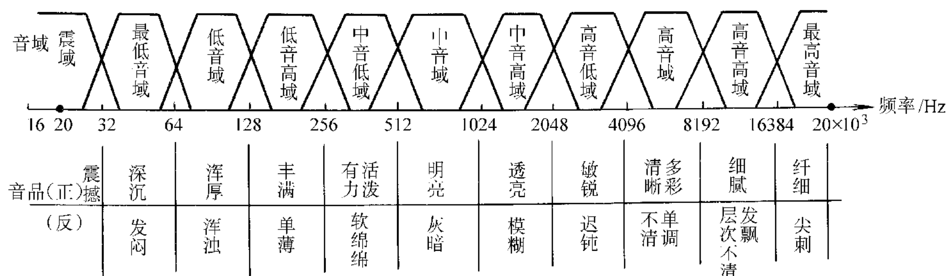


图 4-3　音域的区分及相对应的音品

4.12　均衡器的操作功能键有哪些？它们起什么作用？

图表均衡器的功能键如图 4-4 所示。

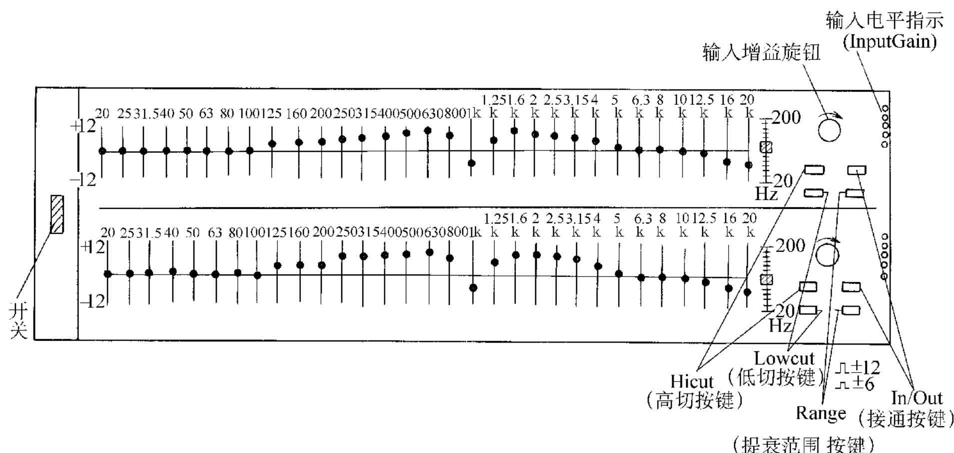


图 4-4　图表均衡器的面板图

功能键作用如下：

(1) Lowcut（低切键）：按下此键，在 20～200Hz 范围内低切点可调。

(2) Hicut（高切键）：按下此键，将 6kHz 以上的频率成分切除。

(3) Range（提衰范围键）：按下此键，将中心频点的提衰量改为±6dB。

（4）In/Out（接通键）：按下此键，将图表均衡器接入信号通道。

（5）Input Level（输入电平调节）：调节它，改变输入电平大小，通过输入电平指示灯指示。

参量均衡器的功能键如图 4-5 所示。

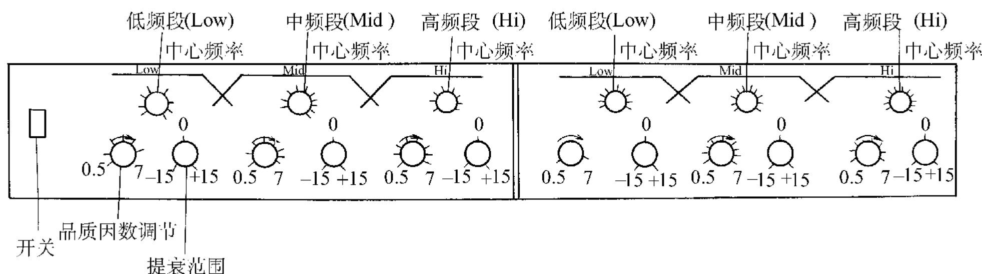


图 4-5 参量均衡器的面板图

功能键作用如下：

（1）中心频率调节键，各频段频率不同。

（2）提衰范围键的作用是在－15～＋15dB 的范围内进行提升或衰减。

（3）品质因数调节键的作用是影响中心频率调节的带宽。

4.13 图表均衡器除了用于频响曲线的补偿外，还有哪些用途？

图表均衡器除用于设备或记录媒介频响曲线补偿外，还有如下用途：

（1）在扩声系统中串入左右声道或编组输出通道，平衡环境放声对音乐均衡的影响。

（2）抑制扩声系统在提高传声器增益过程中引起的啸叫频率。

（3）抑制扩声系统固有频率的噪声，尤其是“咝咝”声或交流声。抑制的方法有两种：一种是直接衰减噪声频率的增益。另一种是与压限器联合使用，利用压限器的边链电路，具体连接可参阅压限器的特殊应用。

（4）将单声信号一分为二，一路直接输出，另一路经图表均衡器调整不同乐器的相应频率幅度，使两路声音信号的输出形成左右分布。左声道的声音大，右声道的声音小，若声源发声，听起来声音是从中间偏左的方向来的，反之左声道的声音小，右声道的声音大，若声源发声，听起来声音是从中间偏右方向来的。

（5）利用低切键和高切键可以将输入的语言声加工成类似电话里的声音，使声音既不浑浊又不尖刺。

4.14 激励器是一种什么样的设备？它在音质补偿中起什么作用？

激励器是补偿音色的一种设备，它的作用如下：

（1）增强声音的表现力，使演员的声音更加洪亮、动听，更富有艺术感染

力。

（2）提高声音的清晰度和语言声的可懂度，使声音更加真实。

（3）加强声音的分离度，使立体声放声效果更佳，降低了立体声放声对音箱摆放位置的要求。

（4）增加了扩声的表观响度，其实补偿量只有 0.5～1dB。

（5）提高了声音的透明度，减少在听音过程中产生的疲劳感。

（6）补偿了声音的浑厚度和丰满度。

（7）提高了磁带的复制率，使复制带中的高频成分得到补充，复制出的磁带接近于原磁带。

4.15　激励器的工作原理是什么？

激励器的工作原理如图 4-6 所示。声音信号输入分为两路，一路经 R_0 直接送出，另一路通过激励电平的调节送到高通滤波器上，在高通滤波器上用调谐旋钮对原声信号中的剩余高频成分给予调谐放大，放大后的信号到达同步谐波信号发声器，使谐波信号发生器输出的高频成分在相位上和幅度上与原声信号相关，经混音比例调节后送到原声信号中去，从而使其在高音和泛音上得到补偿。与此同时，还增加了低音动态处理电路，对低音作了补偿，这种低音补偿是靠低音保持和低音流量控制获得的，从而使低音更加浑厚、更加丰满。

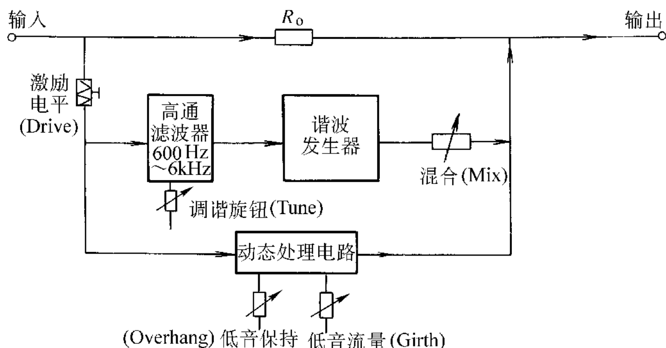


图 4-6　激励器的工作原理

4.16　激励器在扩声系统中应该怎样连接？

激励器在扩声系统中的连接方式有两种：

（1）串入左右声道，并且放在功率放大器之前，但要接在其他周边设备之后。串入左右声道，补偿的是综合声音信号，因为左右声道中各种器乐和声乐都已混合在一起，只能作整体的补偿。放在功率放大器之前，是因为功率放大器的频响曲线最佳，一般 10Hz～100kHz 范围内其增益变化 0～－0.2dB，而激励器

对高音和泛音的补偿只有 0.5～1dB，通过功率放大器即能变成功率信号，直接驱动扬声器发声。如果接在其他同边设备之前，很可能由于这些设备的频响性能不理想，将补偿量很小的这些高音和泛音成分又丢失了，在这种连接方式中通常采用正常的激励电平。

（2）利用效果机与调音台的连接方式，对某些或某种声音信号进行音色补偿。因为这种补偿是在调音台附近进行，因此必须采用高电平激励，才能在功率放大器中有所反应。

4.17 激励器上有哪些操作功能键？这些功能键怎样调试？

以美国 Aphex 公司生产的 Aphex—C2 型激励器为例（它在歌舞厅里用得较多）进行说明，其操作功能键如图 4-7 所示。

功能键作用如下：

（1）In/Out：接通按键，按下它，将设备接入声音通道。

（2）Drive：激励电平按键，此键弹出时为正常激励，按下时则为高电平激励。

（3）Tune：调谐旋钮，用于调谐放大原声剩余高频成分的某种成分。

（4）Mix：混合比例调节旋钮，调节高音和泛音的补偿大小。

（5）Overhang：低音保持旋钮，调节它可以调节低音的浑厚度。

（6）Girth：低音流量旋钮，调节它可以调节低音的丰富度。旁边有相应指示灯，它指示预置流量的大小。

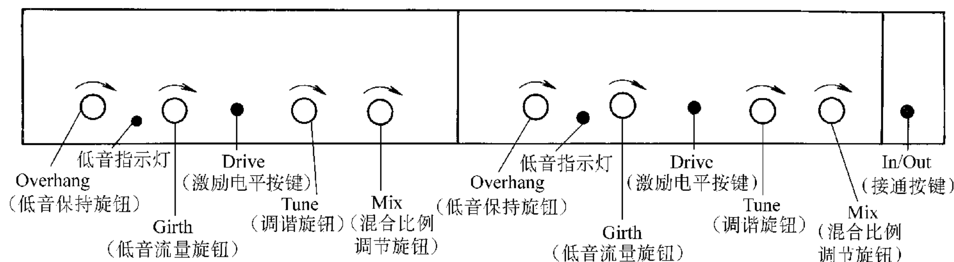


图 4-7 Aphex—C2 型激励器的面板图

调试方法如下：

（1）先关闭 Overhang 和 Girth 旋钮，以免在作高音和泛音补偿时，低音掩蔽高音。

（2）按下 In/Out 按键，使激励器接入声音通道，并将 Tune 旋钮放在“12点”位置。

（3）从小到大调节 Mix 旋钮，边听边调，直到听见镶边声（二重声）为止。

（4）再次调节 Tune 旋钮，使声音清晰、明亮。

（5）将 Mix 旋钮调在稍低的位置，不出现镶边声。

（6）打开 Girth 旋钮，调节 Overhang 旋钮，使低音浑厚又不浑浊。

（7）调节 Girth 旋钮，使低音显得丰满动听。

4.18 反馈抑制器是什么机器？它在扩声中起什么作用？

反馈抑制器是用来抑制扩声系统啸叫声的机器，传声器拾音后，经调音台、周边设备、功率放大器、音箱扩出声音，这种声音又通过直接或间接的方式进入传声器，使扩声系统产生啸叫声。每当这种情况出现时，扩声系统便无法进行扩声，扩声功率也就不能增大。采用反馈抑制器，一方面使啸叫声不出现，另一方面也提高了系统的传声增益。

4.19 什么是声反馈？它是怎样产生的？

传声器拾音后，经调音台、周边设备、功率放大器、音箱扩出声音，这种声音又通过直接辐射方式或声反射方式进入传声器，使整个扩声系统产生正反馈，引起振荡，出现啸叫声，这种现象称为声反馈。

产生声反馈的原因如下：

（1）传声器直接放在音箱辐射区内，其正向直接对准音箱。

（2）扩声环境里声反射现象严重，四周及天花板没有采用吸声材料进行装修。

（3）音响设备之间匹配不当，信号反射严重，连接线出现虚焊现象，声音信号流过时接触点时通时断。

（4）音响设备中有的设备处于临界工作状态，在声音信号大的情况下，出现振荡现象。

4.20 声反馈有何危害？怎样预防声反馈？

声反馈是扩声中的最禁忌的现象，它的出现危害很大：

（1）破坏了整个扩声环境的气氛，使演讲人或演唱者非常狼狈，使听众非常扫兴，甚至产生逆反心理。

（2）声反馈可能导致扩声设备被烧毁，尤其对功率放大器或音箱的高频头影响很大，易使它们过载烧毁。

（3）由于声反馈的存在，使整个扩声系统的传声增益和放声功率受到限制。

为了尽量避免声反馈，必须采取一些对策：

（1）避免将传声器放在音箱的辐射区内。

（2）扩声环境应采用适当的吸声材料进行装修，尤其在放置传声器的附近空

间，应尽量减弱声反射。

（3）音响设备搭配适当，各设备能充分发挥作用，设备之间连接牢靠，避免虚焊现象。

（4）调试设备必须进行统调，每种设备都不能处于临界工作状态，否则会出现信号不稳或振荡现象。

（5）加入反馈抑制器，抑制消除啸叫声。

4.21 反馈抑制器的工作原理是什么？

如图 4-8 所示，声音信号输入分为两路，一路经数字滤波器后送出，另一路送入信号分析器，信号分析器不断分析输入的声音信号，把反馈啸叫信号分析出来。反馈啸叫信号的特点是初始幅度不断增长，然后保持幅度，信号分析器将这种信号送到中央处理器（CPU）确定频率，再由 CPU 立即告知数字滤波器将此反馈啸叫信号急剧地进行衰减，从而达到抑制的目的。

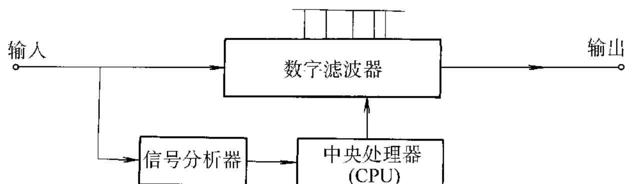


图 4-8 反馈抑制器的工作原理图

4.22 反馈抑制器在扩声系统中怎样连接？

通常反馈抑制器接在左右声道和编组输出的房间均衡器的后面，房间均衡器只用于房间均衡补偿，弥补房间听音产生的缺陷，抑制扩声系统的啸叫则是由反馈抑制器去完成。反馈抑制器一般不要接在调音台的输入通道前，因为输入通道前的反馈啸叫信号比较小，反馈抑制器不容易发现反馈啸叫信号。一旦发现，很可能扩声系统啸叫声已经出现。如果将反馈抑制器的灵敏度调高，又容易误把音乐信号当成反馈啸叫信号进行抑制。

4.23 反馈抑制器有哪些功能键？这些功能键怎样调试？

以美国 Sabine 公司生产的 FBX—901 型反馈抑制器为例，给予说明，其操作功能键如图 4-9 所示。调试过程如下：

（1）接通电源，按下旁路按键（Bypass），使相应的指示灯发出红光，表示机器处于旁路状态。

（2）将削波电平调节旋钮（Clip Level Adjust）调在“12 点”位置，按住回复按键（Reset）4s 以上，清除机器的原有存储，使机器处于出厂前的状态。

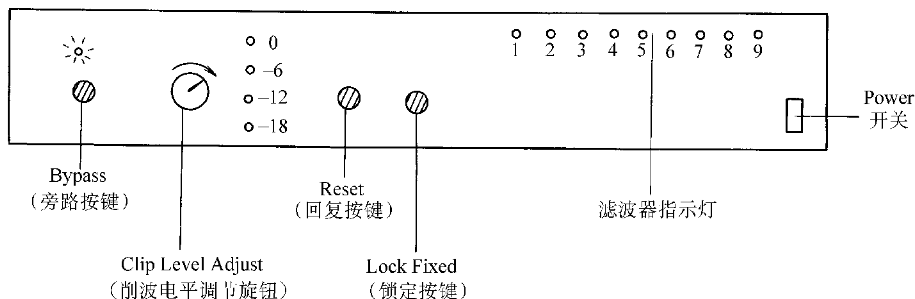


图 4-9　FBX—901 型反馈抑制器的面板图

（3）传声器必须离开音箱的辐射区，安放在原设计安放的地方。

（4）再次按旁路按键（Bypass），使反馈抑制器处于工作状态，相应的指示灯发出绿光。

（5）缓慢提起调音台的输出主控推子，推到一定位置，第 1 个滤波器指示灯发亮，表示反馈抑制器捕捉到第 1 个啸叫频点。

（6）继续往上推调音台的输出主控推子，第 2 个、第 3 个……直到第 6 个滤波器指示灯发亮为止。这时表示已经达到扩声系统的最高可用增益。在以后放声过程中调音台主控推子只能控制在这一高度以下。FBX—901 型反馈抑制器的 6 个滤波器属于固定滤波器，用于抑制厅堂内固定频率的啸叫声。第 7、8、9 滤波器是动态滤波器，用于演员手持传声器表演动作、变动位置，当出现游动频率的啸叫声时，由第 7、8、9 动态滤波器去抑制。

（7）按下锁定按键（Lock Fixed），将固定的啸叫频点存储起来，在以后使用中只需将反馈抑制器的电源开关打开，便能自动抑制这些反馈啸叫频点。

第5章　信号动态处理

5.1　信号动态处理的含义是什么？都有哪些动态处理设备？

信号动态处理通常指对全频段信号的幅度变动进行不同方式的处理，也就是根据信号电平大小的不同进行不同的处理，它往往不是针对某种或某些频率信号进行的。动态处理设备包括：压缩器、限制（限幅）器、扩展器、噪声门以及自动增益控制器。

5.2　什么是压缩器？它在扩声中起什么作用？

压缩器（Compressor）是一种特殊放大器，它具有一个压缩阈（Threshold），对于小于这个阈的输入信号，给予固有的放大或作1∶1输出，而对于大于这个阈的输入信号，则按照一定的压缩比（Ratio）进行压缩。

压缩器在扩声中对小电平信号放大或不处理，对大电平信号及超过压缩阈的信号则作动态压缩处理，使信号的动态范围变窄，使之不会超越扩声系统的动态范围，避免放声失真。同时，它可以保护灵敏设备不会因为瞬态变动很大而烧毁，还可以用于体育实况转播，当解说词出现时，背景喝彩声自动受到压缩，当解说词不出现时，背景喝彩声又自动提升。

5.3　除在扩声系统中使用压缩器外，它还有哪些用途？

除在扩声系统中使用压缩器外，在录音中也常用到它。有些音乐信号（例如交响乐）的电平动态变动范围是很宽的，为了记录这些音乐并在还音时不失真，必须利用压缩器进行动态压缩，使音乐信号不超过磁带记录的动态范围。同时，压缩器还可以对影视画面进行画外音的压缩。当对白声出现时背景音乐声自动下降，当对白声消失时背景音乐声自动提升。此外，在降噪系统中压缩器常与其他设备配合起来使用，以达到降噪的目的。

5.4　什么是压缩阈？什么是压缩比？

压缩阈是压缩器里的一种可调“门槛”，装在电平检测器上。当输入信号低于这个“门槛”时，电平检测器不工作，信号按1∶1或给予一定的放大后输出。当输入信号高于这个“门槛”时，电平检测器便工作，输出一定的电压信号去控制压控放大器将增益衰减。

压缩比等于压缩器的输入信号动态变化的 dB 数与压缩器输出信号动态变化的 dB 数之比。例如：输入信号动态变化 40dB，输出信号动态变化 20dB，则压缩比为 40∶20＝2∶1。

这里的动态变化 dB 数是一种相对量

$$\text{输入信号的 dB 数} = 20\lg\left(U_{\text{输入}}/U_0\right)$$

式中，$U_{\text{输入}}$表示输入信号的大小，单位为 V 或 mV；U_0 表示以某一信号电压值为标准，单位也是 V 或 mV。

由此可见 dB 数是一种相对量，它的大小取决于标准的比较量的大小。比较的标准量越小，得到的信号 dB 数就越大。

5.5　什么是压缩器的起动时间？什么是压缩器的恢复时间？

（1）压缩器的起动时间（Attack Time）：信号进入压缩器开始计时，超过压缩阈的信号便会进入压缩状态，直到被压缩至规定的比值这段时间称为压缩器的起动时间，其采用的单位为 ms（毫秒）。

（2）压缩器的恢复时间（Release Time）：信号从规定的压缩比值逐渐下降，降到压缩阈以下，不再受到压缩，这段时间称为压缩器的恢复时间，其采用的单位为 s（秒）。

对于不同的音乐声，采用的起动时间和恢复时间并不相同。一般来说，对于打击乐要求起动时间较短，而对于吹奏乐则要求起动时间较长，恢复时间相应地也是对前者要求较短，后者较长。不管什么音乐，起动时间和恢复时间都不能调得太短，否则会产生喘息效应。起动时间代表了压缩器对信号前沿的反应速率，恢复时间则是压缩器对信号后沿的一种反应速率。

5.6　什么是限制器？它在扩声中起什么作用？

限制器也称限幅器（Limiter），它是一种特殊的放大器，具有一个限制阈，对于小于这个阈的输入信号给予放大或不处理作 1∶1 输出，而对于大于这个阈的输入信号，则限制在某一（可以调节的）固定电平上输出。限制器在扩声系统中接在功率放大器的前面，限制最高电平信号的幅度，保护功率放大器不致过载烧毁。

5.7　什么是压限器？它在扩声中起什么作用？

压限器（Compressor/Limiter）是一种由压缩器和限制器组合而成的机器。因为压缩器和限制器有一个共同特点，即对于小的输入信号都是一样处理，而压缩器对于在超过压缩阈的输入信号，超过部分便要按一定的压缩比作动态压缩进行处理，压缩比愈高，动态压缩愈大，输出信号动态变化愈小，当压缩比超过

10∶1 后，输出信号动态变化很小。当压缩比调在∞∶1 时，输出信号变化为零，压缩阈就变成了限制阈，压缩器也就成为限制器了。所以，可以把这两种机器组合成一种压限器。

压限器在扩声中的作用是：

（1）对于小电平的信号不作处理，1∶1 通过或给予固有放大。

（2）压缩中等以上电平信号的动态范围，使声音信号不超过扩声系统的整体动态范围，以免声音失真。

（3）限制最大电平信号输出，保护功率放大器不致过载烧毁。

5.8 压限器的工作原理是什么？

压限器的工作原理如图 5-1 所示。信号输入先经过输入增益调节（Input Gain)，这种调节决定了受压缩的声音信号多少，提高增益意味着更多的信号受到压缩，音乐的层次会受到影响。从输入放大器出来的信号，一方面经噪声门切除噪声，控制切除噪声量大小由门阈（Gate Threshold）承担，门阈大小要调得合适，应以保留少量噪声为宜，若将门阀提得过高，会把有用的音乐信号也切除，门阈的调节会影响压控放大器的工作电平。另一方面从输入放大器出来的信号经过压控放大器后又分为两路，一路经输出增益调节后直接送出。另一路则通过特殊的边链电路进入电平检测器。电平检测器是压限器的核心部分，它有 4 种调节影响着压限器的工作特性，即压缩阈（Compressing Threshold)、压缩比(Compressing Ratio)、起动时间（Attack Time)、恢复时间（Release Time)。输出增益（Output Gain）调节压限器整体输出电平的大小。

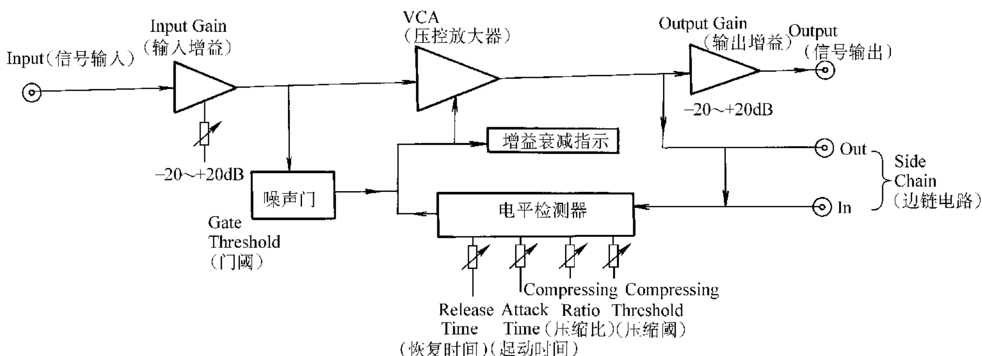


图 5-1 压限器的工作原理

5.9 如何确定压限器的工作特性？

压限器的工作特性由工作特性曲线确定，而工作特性曲线则依赖于机器面板的功能键调节值。例如：面板调节值为：输入增益（Input Gain）为 0dB，噪声

门阈（Gate Threshold）是关闭的，压缩阈（Threshold）为－20dB，压缩比（Ratio）为 2∶1，起动时间（Attack Time）为 10ms，恢复时间（Release Time）为 500ms，输出增益（Output Gain）为 0dB，则工作特性曲线如图 5-2 所示。

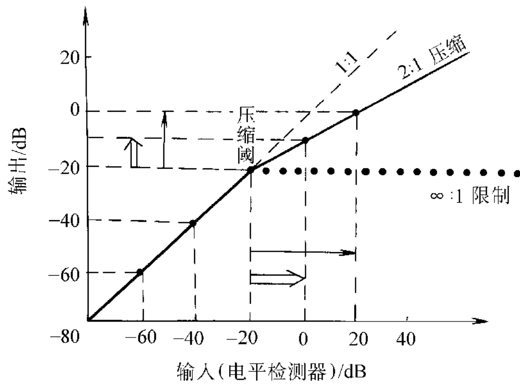


图 5-2　压限器的工作特性曲线

压缩阈前：

输入信号/dB	－60	－40	－20
压缩阈前增益/dB	0	0	0
输出信号/dB	－60	－40	－20

压缩阈后：

输入信号动态变化范围/dB	－20～0	－20～＋20
压缩比	2∶1	2∶1
输出信号动态变化范围/dB	－20～－10	－20～0

5.10　压限器都有哪些面板操作功能键和后盖板插孔？

压限器的面板操作功能键和后盖板插孔安排如图 5-3 所示，世界各音响厂商生产的压限器大同小异。

5.11　怎样使用压限器的边链电路输入、输出插孔？

压限器的边链电路实际是一种外控电路，它可以有如下的 3 种连接方式：

（1）用于体育实况转播（或在录音中用于画外音的压缩）：如图 5-4a 所示，一方面用放大的传声器信号与压限器的输出混合，另一方面去控制边链电路的电平检测器工作，压缩由压缩器输入端进去的比赛场地的背景声使混合的背景声自

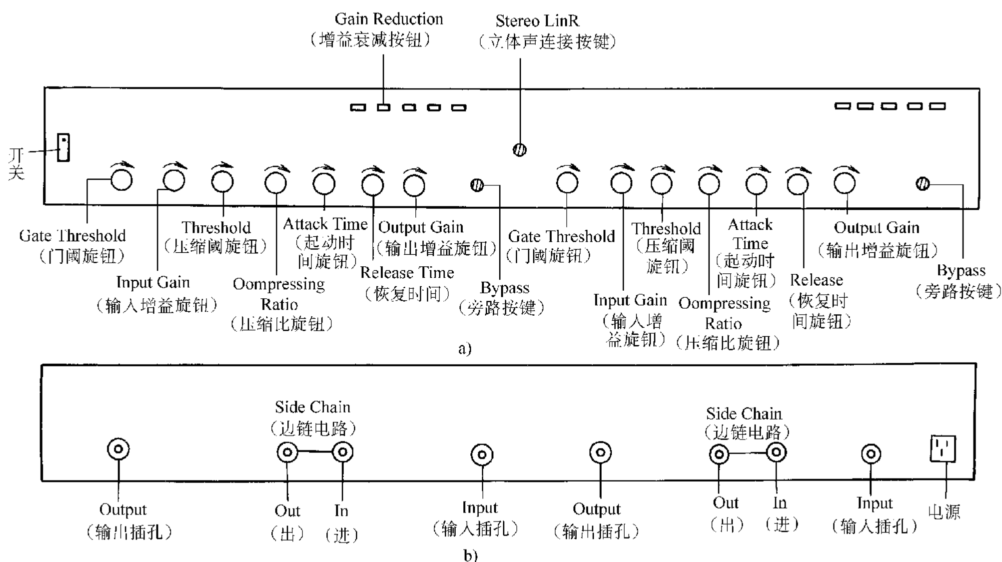


图 5-3　压限器的面板操作功能键和后盖板插孔安排

然减弱。当解说词不出现时，边链电路的输入端无传声器信号，电平检测器不工作，压限器起通常放大器的作用，比赛场地的背景声自动提升。具体的连接见图 5-4a 右侧的图，图中采用的调音台是实况转播调音台。

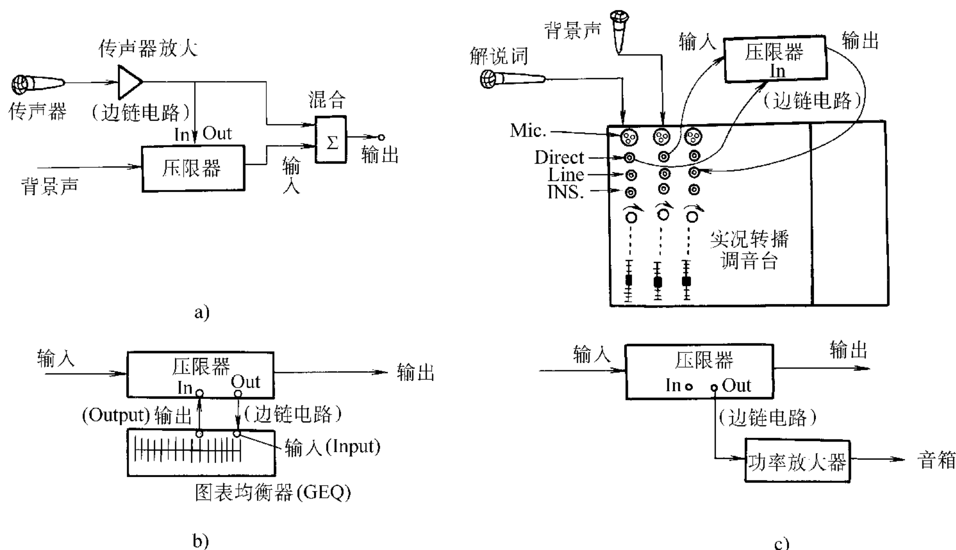


图 5-4　压限器的边链电路插孔的应用

a）用于体育实况转播　b）抑制固定频率的噪声　c）作一种带噪声门的功率放大器

（2）用来抑制扩声系统的交流噪声或固定频率的“咝咝”声（“咝咝”声的

频率范围为 2.5～10kHz 范围）：如图 5-4b 所示，在图表均衡器上对压控放大器的固有频率的噪声放大，再送往电平检测器的输入端，用电平检测器输出该频率的幅度去控制压控放大器，衰减该频率成分。

（3）作为一种带噪声门的普通功率放大器：如图 5-4c 所示，当边链电路的输出插孔插入大二芯插头时，压限器上电平检测器的输入端被切断，电平检测器不工作，这时压控放大器的增益只受噪声门的门阈控制。压限器的输入、输出增益控制成为二级放大器的增益控制。

5.12　在迪斯科（Disco）舞厅里，常使用压缩限制器（Compressor. Limiter），它与压限器（Compressor/Limiter）有何不同？

迪斯科舞厅里采用的压缩限制器是一种压缩器与限制器装在一起的一种机器，它既用于信号动态的压缩，也用来保护功率放大器不致过载烧毁。低于压缩阈的输入信号将不受压缩和限制，作 1∶1 输出或作固有的放大，而对于高于压缩阈的输入信号，超过部分按规定的压缩比进行压缩，最后若输入信号超过限制阈，则将其限制在某一固定电平上输出。压缩阈与限制阈通常是分开的，当然也可以把两个阈调在一起，或把压缩比调在 1∶1，这时压缩限制器就成了单一限制器了。

5.13　压缩限制器的工作特性曲线是怎样的？

假定机器面板上功能键调节如下：

压缩阈前的增益为 10dB，压缩阈为－10dB（对输入信号），压缩比为 2∶1（动态压缩），起动时间为 10ms，恢复时间为 500ms（一般性音乐），限制阈为＋40dB（对输出信号），则其工作特性曲线如图 5-5 所示。

压缩阈前：

输入信号/dB	－60	－40	－20	－10
阈前增益/dB	10	10	10	10
输出信号/dB	－50	－30	－10	0

压缩阈后：

输入信号动态变化范围/dB	－10～＋10	－10～＋20	－10～＋30
压缩比	2∶1	2∶1	2∶1
输出信号动态变化范围/dB	0～＋10	0～＋15	0～＋20

限制阈为＋40dB。

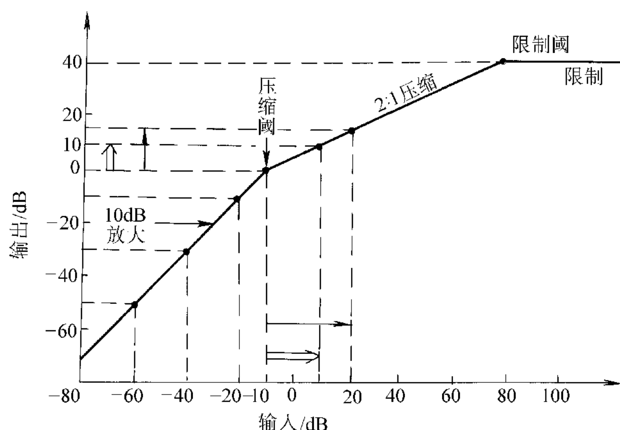


图 5-5　压缩—限制器的工作特性曲线

5.14　什么是扩展器？它在扩声中起什么作用？

扩展器（Expander）是一种特殊的放大器，它具有一个扩展阈（Expanding Threshold），对于低于这个阈的输入信号，按一定的扩展比（Expanding Ratio）进行扩展，对于高于这个阈的输入信号则不扩展，按 1∶1 输出。

扩展器在扩声中可以将被压缩的信号恢复到原来的状态，把压缩器的输入信号最大值作为扩展器的扩展阈，压缩比调至与扩展比相同。这时从扩展器输出的信号便恢复成原来信号，如图 5-6 所示。从图中可见：∠OCD＝∠COE＝∠AOB，∠DOO′＝∠O′OE＝45°，所以∠BOO′＝∠O′OC，1∶1 的直线为∠BOC 的平分线，因此，扩展曲线成为压缩曲线的补偿曲线。

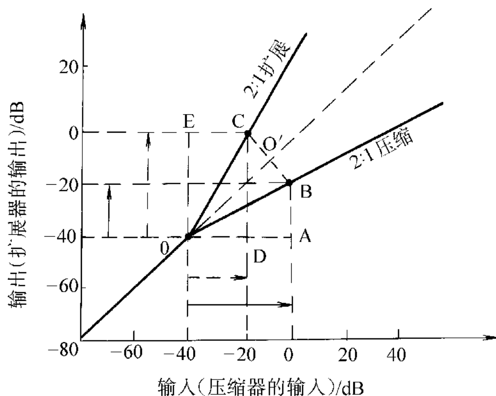


图 5-6　扩展曲线补偿压缩曲线

5.15　扩展器的扩展阈和扩展比的含义是什么？

扩展器的扩展阈（Expanding Threshold）是指扩展器有一可调节的门槛电平，它对于输入的信号电平大小处理方法不相同，对于低于这个门槛的输入信号才进行扩展，而对于高于这个门槛的输入信号则不作处理。

扩展比等于扩展器的输出信号动态变化 dB 数除以扩展器的输入信号动态变化 dB 数。输入信号的动态范围每变化 1dB，输出信号的动态范围则变化 2dB，

即动态扩展了 1 倍。

5.16 什么是扩展器的起动时间？什么是扩展器的恢复时间？

扩展器的起动时间是指低于扩展阈的信号从输入开始，到输入信号扩展到规定的扩展比值所需要的时间，单位为 ms（毫秒）。

扩展器的恢复时间是指信号从扩展状态到离开扩展状态所需要的时间，单位为 s（秒）。

5.17 怎样确定扩展器的工作特性曲线？

扩展器的工作特性曲线依赖于其面板上功能键调节，当功能键调节固定后，工作特性曲线便确定，扩展器工作时，便按已确定的工作特性曲线进行工作。

例如：输入增益为 0dB，扩展阈为＋20dB，扩展比为 2∶1，起动时间为 20ms，恢复时间为 200ms，则工作特性曲线如图 5-7 所示。

输入电平/dB	＋40	＋30	＋20
输入增益/dB	0	0	0
输出电平/dB	＋40	＋30	＋20
输出电平动态变化范围/dB	20～0	20～－20	20～－40
扩展比	2∶1	2∶1	2∶1
输入电平动态变化范围/dB	20～10	20～0	20～－10

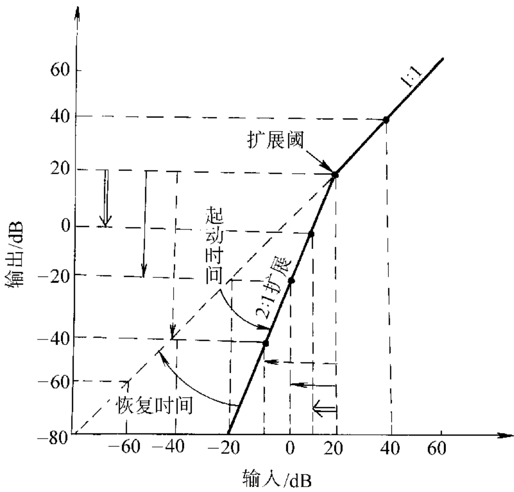


图 5-7 扩展器的工作特性曲线

5.18 扩展器的面板功能键是怎样安排的?

扩展器面板功能键的安排如图 5-8 所示。

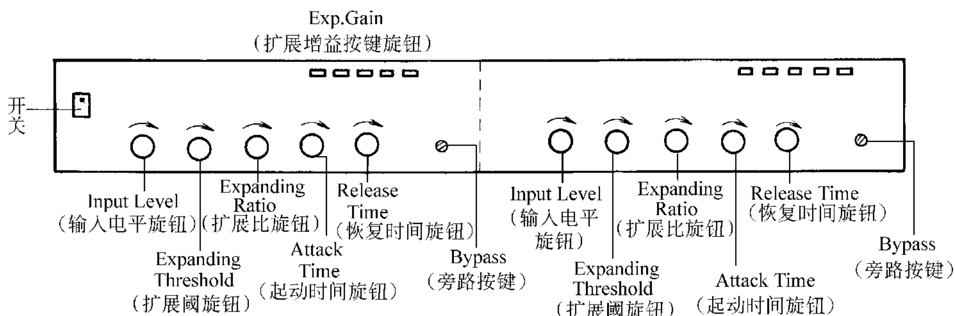


图 5-8 扩展器的面板功能键

5.19 什么是噪声门? 它在扩声中起什么作用?

噪声门是一种将扩展比调得较大的一种扩展器，一般噪声门的扩展比调在大于 5 :1，它在扩声中用来切除噪声。

5.20 四路噪声门的面板上有哪些功能键?

四路噪声门（Quad. Noise Gate）面板功能键的安排如图 5-9 所示。在图5-9 中只标注了一路噪声门的功能键，其余三路的功能键与此路相同。

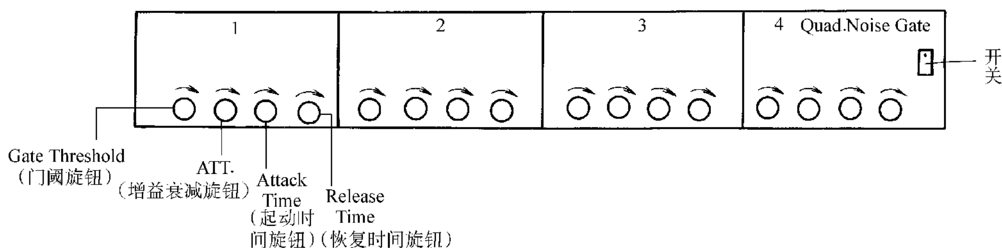


图 5-9 四路噪声门的面板功能键

5.21 自动增益控制器（AGC）是一种什么样的设备?

自动增益控制器实际上是动态处理器的一种，它的增益随信号幅度的变化而有所变化，在放大器的级与级之间采用了负反馈电路，输入的大信号经放大器放大后，在输出端可能会引起失真，采用负反馈可以使放大级的增益降低，输入的小信号为了在输出端获得比较好的信噪比，可以通过负反馈电路减弱负反馈量，使放大级的增益有所提升。为了改善放大器的频响曲线，在反馈支路上往往要增

添补偿电感或电容，它们与电阻串联，使低频端和高频端的负反馈量变小，根据负反馈电路的特点，负反馈量减小，负反馈后的放大量将得到提升，从而改变了频响曲线低端和高端下降的现象。自动增益控制常用于无线电信号接收方面，无线电波在传播过程中，受地球电离层变化的影响，地面收到的无线电信号可能时强时弱，在高频段尤为明显。为了减弱这种影响，必须采用自动增益控制器。

5.22　什么是增益衰减压缩器？

压缩比为负值的压缩器（压缩曲线斜率为负值）称为增益衰减压缩器，它随信号输入大小作相反变化，输入愈大输出愈小，当达到某一定值之后，输出信号被视为零，这种压缩器常用于降噪系统，例如 Dolby（杜比）降噪器等。

第 6 章　声音的美化

6.1　声音的美化有些什么含义？它是怎样进行美化的？

声音的美化通常指音乐声的美化，包括声乐与器乐声的美化，通过音响设备把音乐声加工得感人肺腑、扣人心弦、动听悦耳、回味无穷、多姿多彩、惟妙惟肖。

美化声音可分为两种：一种是给原声进行加工，改变其频率成分的相对比例，补偿泛音和高音，均衡器和激励器便是直接用于原声美化的，具体的补偿作用可参阅均衡器和激励器的有关问答。另一种是给原声增加一些环境色彩，使原声更加浑厚、丰满、圆润、明亮、活泼、充满朝气和活力，更富色彩，效果机就是用来给原声进行韵味、润色、增加美感的。

6.2　效果机分为哪几类？其主要处理的是哪些效果？

效果机按专业区分，主要有两类：一类是混响效果机，另一类是延迟效果机。前者主要处理各种环境下的混响、立体声混响、多声道混响、动态环境声等。后者主要处理各种环境下的回声效果。当然，效果机也能创作出其他效果声或非自然声。

6.3　什么是混响？它是怎样形成的？

混响是室内声音的一种自然现象。室内声源持续发声，当达到动态平衡时（室内被吸收的声能等于发射的声能时）关断声源，在室内仍留有余音，此现象被称为混响。混响是由于声反射引起的，若没有声反射也就无混响可言，室内声反射可区分为：

（1）早期反射：也称轴向反射，经过一次反射便进入人耳的反射声，其幅度较大，对长方形的房间而言，多达 6 个早期反射声。它对声音的厚实产生影响。

（2）早中期反射：也称切向反射，来自同一平面经过两次以上反射，才进入人耳的反射声，其幅度较早期反射声小。它的密度能反映空间大小，总体频谱结构及衰减特性与反射环境密切相关。

（3）后期反射：也叫倾斜向反射，来自各个反射面经过多次反射才进入人耳的反射声，其幅度更小、密度更高。

以上 3 种反射声组成了室内的混响，由于其相邻的反射声之间的时间间隔小于 50ms（50ms 为人耳区分两个声音的最小间隔，即人耳的时间分辨率），人耳分不出到底有几种反射声，只觉得声音变得厚实、丰满、浑厚。混响的构成如图 6-1 所示。

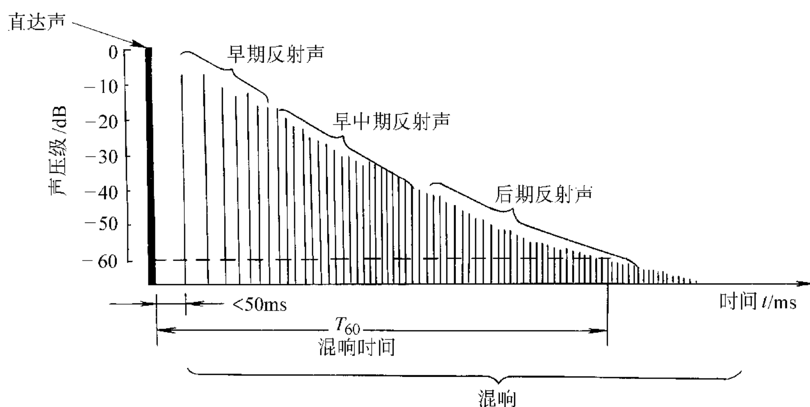


图 6-1　室内混响的构成

6.4　混响有何特点？

概括起来混响有如下特点：

（1）与直达声分开，分开的时间间隔小于 50ms（人耳区分两个声音的临界阈），混响声较模糊。

（2）与直达声结合，使声音具有延续感。

（3）具有明显的环境特性。

（4）反射声的密度能反映空间范围大小。

（5）使原声变得浑厚、丰满、圆润、明亮、活泼。

6.5　混响的主要参数有哪些？

描述混响有两个重要参数，这两个参数在卡拉 OK 厅往往因各人的要求不同，常需调动。

（1）混响强度：混响声占原声的百分比。

（2）混响时间 T_{60}：有如下的定义：

1）声压下降 1/1000 所需的时间。

2）声压级下降 60dB 所需的时间。

3）声强下降到原来的 1/1000000 所需的时间。

4）声强级下降60dB所需的时间。

6.6 房间装修完毕，有着其自然混响时间 T_{60}，T_{60} 可用赛宾（Sabin）公式算出，赛宾公式是怎样的？

赛宾（Sabin）公式是经验公式，即

$$T_{60}=0.161V/S_{\mathrm{T}}$$

式中，V 是房间体积，单位为 m^3；S_{T} 是房间总面积，单位为 m^2。

用赛宾公式计算的 T_{60} 与实测的结果基本相同，但对于中小房间计算的结果与实测的结果相差较大。

6.7 混响效果机的工作原理是什么？

混响效果机的工作原理如图6-2所示。原声输入先进入高切电路，切去原声中的高频成分，模仿反射声中高频成分丢失，使反射声模糊，之后经过预延迟电路进行处理，一般预延迟时间控制在50ms之内，使直达声与反射声之间的时间间隔小于50ms。从预延迟电路送出的信号分成3部分，数字延迟电路产生早期反射声，扩散器Ⅰ产生早中期反射声，扩散器Ⅱ产生后期反射声，通过混合器产生出整体混响，然后与原声进行叠加，形成带有混响效果的原声。扩散器能模仿出各种环境下的反射声频谱结构（反射声中各种频率成分的强度分布）及其衰减特性（反射声随时间的衰减变化）。扩散器的输入信号幅度应比早期反射声小，所以加入可调音量的电位器，扩散器里采用了延迟电路，其间延迟时间有所不同，从混合器送出的是各种环境下的混响。

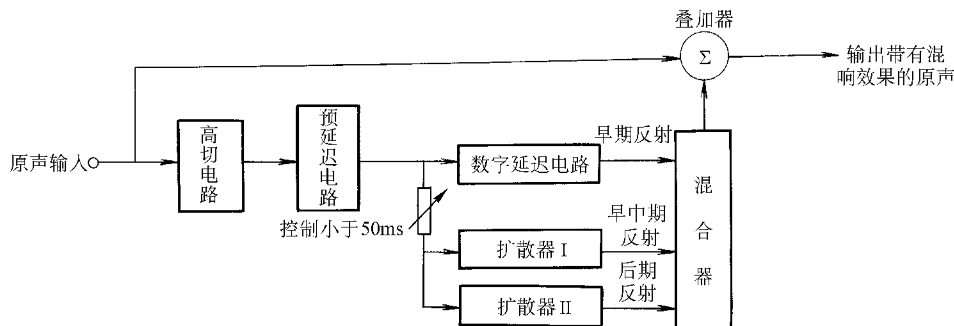


图6-2 混响效果机工作原理图

6.8 混响效果机能创作出什么效果？

一般的混响效果机能创作出4大类自然混响效果：

（1）Hall（厅堂）混响效果：其中有 Concert Hall（音乐厅）混响效果、Huge Hall（超大厅）混响效果、Large Hall（大厅）混响效果、Middle Hall（中厅）混响效果、Small Hall（小厅）混响效果、Bright Hall（明亮的厅堂）混响效果、Sweet Hall（柔和的厅堂）混响效果。

（2）Plate（金属板）混响效果：其中包括 Fat Plate（厚金属）混响效果、Thin Plate（薄金属板）混响效果，此外还有钢板、铜板、铁板等产生的混响效果。

（3）Chamber（密室）混响效果：其中包括地下室、车库、船舱里的混响效果。

（4）Room（房间）混响效果：其中包括各种房间反射声所产生的混响效果。

另外，混响效果机还能创作出其他效果声以及非自然声，例如：Chorus（合唱）效果、Resonance Chords（共振和弦）效果、Multi-Band Rhythm（多重奏）效果、Flange（法兰）效果、Inverse Rev（逆式）混响效果、Gate Rev（选通）混响效果、Stereo Echo（立体回声）效果、Multi-Tap（多轨磁带）放音效果等。由于世界上生产混响效果机的厂商在电路设计上有差异，各个混响效果机创作出的效果并不完全相同，甚至同一厂商生产的不同系列的混响效果机在创作效果方面也不同。但是，通常混响效果机都应包含上面 4 大类自然混响效果。

6.9　混响效果机都有哪些操作方式？

完备的混响效果机一般有 3 种操作方式：

（1）预置方式（Preset）：厂商在生产混响效果机时，预先作好许多节目效果供用户使用，不必调节。它采用的是只读存储器（ROM），这种存储器只能读取其中效果，不能抹除，也不能存入其他效果。

（2）参数方式（Parameter）：混响效果机里的许多节目效果参数可以根据具体的放声环境或创作上的需要，自行修改、调节，以达到创作目的，各种效果的参数并不相同。

（3）存储方式（Store）：用户可以将自己创作的各类效果参数存储起来，待以后调用，内装随机存储器（RAM），可以随时存储，也可以抹除，有的甚至可以保护起来。有些档次较高的混响效果机还增设了磁卡扩展插口，用于存储更多效果。

具有上述 3 种操作方式的混响效果机，给调音人员提供了极大的方便。目前市场上供应的混响效果机多种多样，有的只有预置方式而没有可供调节的参数，这种混响效果机价格便宜，但很难满足不同环境的最佳混响效果要求。有的具有预置方式和参数方式两种操作方式，没有存储方式，像这种混响效果机使用起来

也不方便，因为所调参数容易被改变，尤其对需要细调参数的效果，检查起来很麻烦。

6.10 扩声系统常用的混响效果机都有哪些功能键？这些功能键怎样操作？

扩声系统常用的混响效果机 DSP256（如 AL 公司、DOD 公司等都生产此类型机，YAMAHA 公司的 SPX—900 与此机类同。）其面板上的功能键及后盖板插孔如图 6-3 所示。

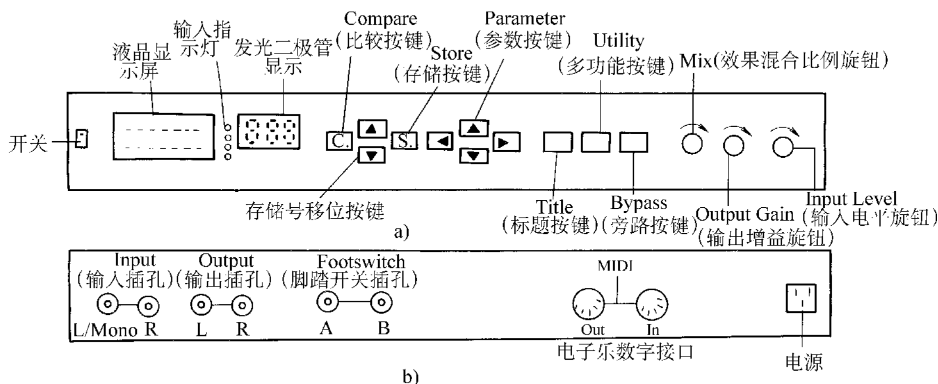


图 6-3 混响效果机 DSP256 的面板功能键和后盖板插孔

a）面板 b）后盖板

操作方法如下：

（1）预置方式（Preset）有以下 3 个步骤：

1）将混响效果机按标准的连接方式接入扩声系统，打开电源。

2）按动存储号移位按键，找到所需的效果 例如：用来处理演唱声的 Large Hall（大厅）混响效果该效果即出现。

3）调节输入电平旋钮，使输入指示灯不超过红光状态，调节效果混合比例的大小，再调节输出增益旋钮，使效果达到最佳。

（2）参数方式（Parameter）有以下 3 个步骤：

1）按预制方式选择所需类型的效果，例如：选取存储器的号码为“22”，液晶显示屏显示 Large Hall（大厅）混响效果。

2）按►键，往后找参数，按◄键往前找参数，按▲键增加参数值，按▼键减少参数值，边听边修改，该效果的每一参数都可修改，直至满意为止。

3）为了给新修改的效果声单独命名，可按 Title（标题按键），用 4 个参数按键，改变效果名称，其中上下按键用来找字母，左右按键用来移动改变英文字母（包括空格符）下面的游标。按 Compare（比较按键）用于某参数值修改前

后之间的比较。

（3）存储方式（Store）：当 22 号大厅混响效果所有参数按所在的厅堂环境下调至最佳状态，并且进行重新命名之后，按下 Store（存储按键），所有修改好的参数和命名一次性存入 22 号随机存储器中。下次需要使用这种效果时，接通电源开关，通过存储信号移位按键找到 22 号，然后按 Store 按键，上次创作的效果便可以调出。对于这种方式有如下说明：

1）多功能按键（Utility）只有两种功能：第 1 次按下，使机器处于“MIDI”状态，机器的输入信号是数码信号，处理后输出的是带效果的数码信号。第 2 次按下，输出的是多种效果叠加的效果声。第 3 次按下，切断多功能按键。

2）按下旁路按键（Bypass），使机器处于旁路状态，输入信号不经过此机处理而直接输出，此按键可用于比较效果处理前后的声音。

3）效果混合按键（Mix）用于改变效果声与原声的比例，往右调，效果声比例大；往左调，效果声比例小。

4）输出增益旋钮（Output Gain）用于改变带有效果声的声音信号总输出的大小。

5）输入电平旋钮（Input Level）用于改变输入信号的大小，可以在液晶显示屏的左侧看见其指示灯指示大小。

6）后盖板上的 MIDI In 插孔和 MIDI Out 插孔用于数码信号的进出。Footswitch A 和 B 用于脚踏开关的连接，其功能相当于面板上的存储号移位。L/Mono/用于左声道信号或单声信号的输入连接，混响效果机输出的是立体声效果。

6.11　什么是 MIDI？它在音响系统中起什么作用？

MIDI 是电子乐数字接口，MIDI 是英文 Music Instrument Digital Interface 的缩写，它广泛应用在数码音响设备方面。所有数码设备都装有这种接口，它传送的是数字信号和指令控制信号，能传输 16 个通道的声音信息，并且能与电脑系统连接，实现遥控。

6.12　PCM91 型高档混响效果机是美国 Lexicon 公司生产的著名产品，它有哪些特点？

PCM91 型高档混响效果机具有功能强大的可编程资源和存取功能，它有 15 种演算方式、5 种立体声和 10 种双路混响。有 50 种预置效果和 100 个用户存储器，具有 2 通道和环绕声的动态空间效果，不用进入编程模式便能在可调旋钮上修改预置效果的参数。在运行模式下，可以存取多达 10 种参数，在专业模式下，可以存取多达上百种参数。备有磁卡插口，用于系统安装、软件更新和用户自编预置的存储。

6.13 PCM70 型混响效果机的面板功能键及后盖板插孔是怎样的？

PCM70 型混响效果机面板功能键及后盖板插座的安排，如图 6-4 所示。

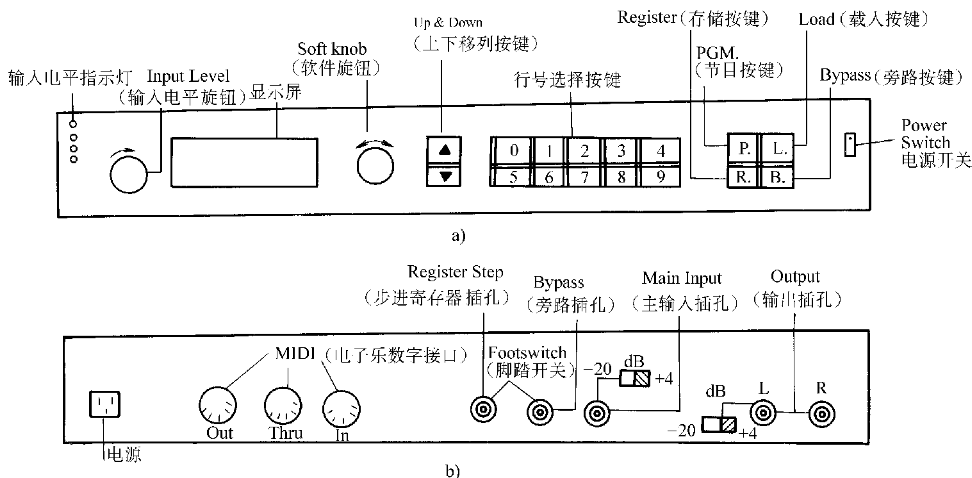


图 6-4　PCM70 型混响效果机的面板功能键及后盖板插孔
a）面板　b）后盖板

6.14 什么是回声？回声有何特点？

回声是一种反射声，反射声与直达声及反射声与反射声之间的时间间隔大于 50ms 时，人耳能清楚地分辨。它具有独立的反射声频谱结构及衰减特性，并且与周围的反射体及反射环境密切相关，与原来的直达声的频谱结构及衰减特性大不相同。它具有如下特点：

（1）与直达声分开，分开的时间间隔大于 50ms，回声比较模糊，而且比原声小。

（2）与直达声结合，使声音具有明显的层次感，层次分明。

（3）具有很强的空间范围特性，改变延迟时间等于改变反射空间的大小。

（4）能反映声源的动感特性，通过回声能反映出发声体是否在运动，运动速度是快还是慢。

（5）使声音变得层次分明、自然柔和、多姿多彩、余音缭绕、经久回荡。

6.15 延迟效果机是一种什么样的效果机？它能产生哪些效果？

延迟效果机是效果机中的一种，它主要创作时间间隔大于 50ms 的反射声效果，也就是各种环境下的回声（Echo）效果。改变反射声频谱等于改变反射环境，改变延迟时间间隔等于改变反射空间的大小，它在影视声音创作上起着重要

作用，是录音师常用的设备。

延迟效果机创作的效果可分为两大类，一类是长延迟效果，这是主要的效果，另一类是短延迟效果，这是次要的效果。

长延迟效果主要有如下 8 种：

（1）Slap Echo（拍打回声）效果：其特点是回声短而且有力，保留了少量高频成分，中低频成分较多，反映了硬质表面的反射。适用于打击乐处理，处理后的声音显得厚实、饱满、清脆、透亮。

（2）Ambient Echo（环境回声）效果：其特点是具有浓厚的环境色彩，声音自然柔和，延迟时间较短，所占比例小（10%）。适合处理弹拨乐和吹奏乐，处理后的声音显得悠扬高亢、耐人回味。

（3）Multi-Echo（多重回声）效果：其特点是回声层次多，延迟时间长，所占比例大（20%以上）。适用于影视画面特写镜头中的声音创作与处理。

（4）Static Doubling（静态双声）效果：其特点是好像两个声部发声，又叫镶边声，声音自然柔和并且饱满。适合于二重奏的创作，可以将某种器乐的独奏创作成该器乐的二重奏。

（5）Dynamic Doubling（动态双声）效果：其特点是在静态双声基础上增加了动感，适合于二重唱的创作，将声乐单唱创作出声乐的二重唱。例如：男声独唱能通过这种效果处理形成男声二重唱，也可通过这种效果处理将女声独唱创作成女声二重唱。

（6）Long Echo（长回声）效果：其特点是延迟时间长短能充分反映空间大小。适合于影视画面的画外空间扩展，画面难以表达的空间大小，能通过声音表现出来。

（7）Canon（卡侬）效果：这是人工创作的效果声，延迟时间愈长，重复的音节愈多，反馈量愈大，重复的次数愈多。适合于广告声音创作，为品牌商品增加听音效果。

（8）Pitch Bending（变调）效果：其特点是使音调自然地上下变动，利用了物理上的多普勒效应，使电子乐产生变奏效果，适用于新型电子乐创作。

由于有关的延迟参数例如延迟时间、延迟声极性、反馈量、混合比例、反馈极性、调制深度，调制波形、调制速度、扫描大小等不同，便出现不同的长延迟效果声。

短延迟效果有如下 3 种：

（1）Flange（法兰）效果：这是一种充满幻想色彩的效果声，声源不同，幻想色彩不同。根据不同的视觉环境，运用不同的声源，配有不同的法兰效果。这种效果声是让声音信号通过具有梳状滤波特性的滤波器产生的。它的声音离奇古怪，时而像山洞里的发声，时而像喷泉里的发声，中间还有模糊不清的交谈声，

声音奇特、充满幻想色彩，适合在幻想环境里播放。

（2）简单的混响效果：将延迟时间调至小于50ms，这时便形成混响效果，原来的层次感变成延续感。

（3）Reinforcement（增声）效果：这是用于消除声音重叠现象的效果。在宽广的广场里扩声时，由于主扩声扬声器和辅助扩声扬声器的空间分布，造成声音重叠，出现听音不清的现象。为此，在辅助扩声的通道上串入延迟效果器，使主扩声扬声器与辅助扩声扬声器在发声时有一定的延迟，经过空间传播，到达听众耳朵的声音基本上同时，从而消除了声音重叠的现象。

当然还有其他短延迟效果，如共振和弦效果及旋转扬声器效果等。

6.16 延迟效果机有什么样的操作方式？

通常延迟效果机只有一种操作方式，即参数方式，根据使用说明书上提供的各种效果的参数值，在延迟效果机的面板上调节好，该类效果便会出现。延迟效果机比混响效果机的操作方式少。

6.17 延迟效果机的工作原理是什么？

延迟效果机的工作原理框图如图6-5所示。

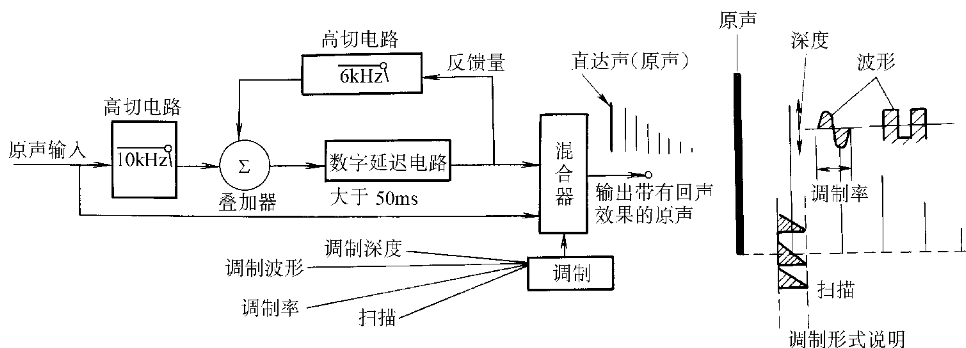


图6-5 延迟机效果机工作原理框图

输入的声音信号先经过高切电路按12dB/每倍频程，切去10kHz以上的频率成分，模仿反射声中高频成分丢失，使反射声模糊。叠加器用于产生回声串，数字延迟电路用于反射空间大小的调节，一方面送入混合器与直达声混合，另一方面引入负反馈支路，通过反馈量调节和极性变化，改变回声层次。反馈支路上的高切电路，能切去6kHz以上的频率成分，切除斜率为6dB/每倍频程。信号送入叠加器，并经过数字延迟电路后送入混合器，另一方面又进入负反馈支路，如此形成回声串，在混合器里与直达声混合，于是从混合器输出的便是带有回声效果

的原声。为了模仿各种环境下的回声，在回声串里加入甚低频调制，通过调制深度、调制波形、调制率的改变，产生出不同环境下的回声。为了反映复杂环境里的回声，对延迟时间作扫描处理，使延迟时间有一定的起伏变化。

6.18　延迟效果机有哪些面板操作功能键？它的后盖板的插孔是怎样安排的？

下面以 Lexicon 公司生产的 PCM42 型延迟效果机为例给予说明，如图 6-6 所示。

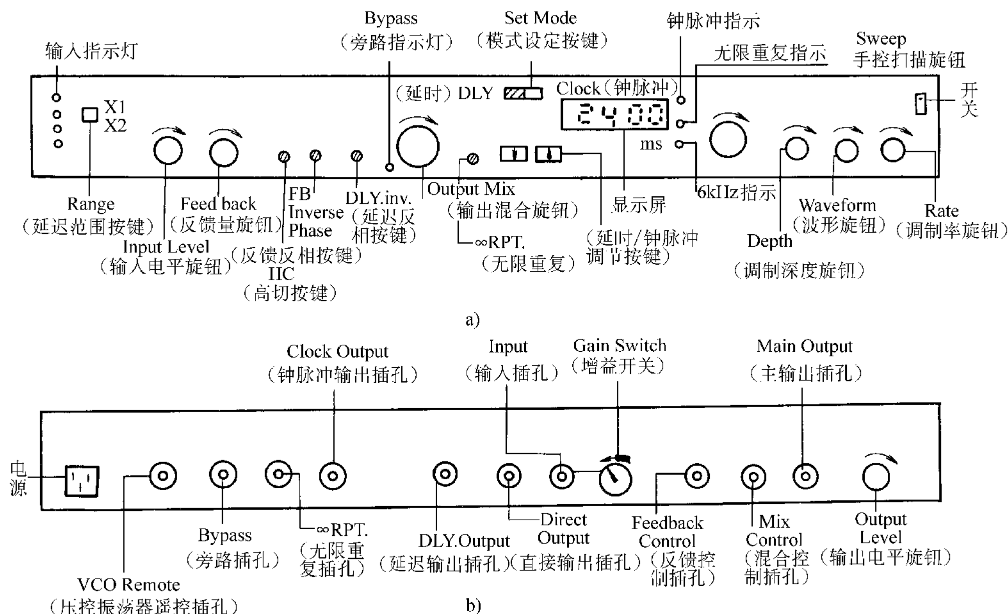


图 6-6　PCM42 型延迟效果机的面板功能键及后盖板插孔
a）面板　b）后盖板

6.19　PCM42 型延迟效果机有哪几种应用方式？

PCM42 型延迟效果机有常用的 9 种应用方式，如图 6-7 所示。

6.20　两种效果机与调音台连接有哪几种方式？

通常一种效果机与调音台的连接方式有 3 种，详见本书中调音台部分，而两种效果机之间可以形成并接或串接方式，如图 6-8 所示。

假设，混响效果机有 10 个节目效果，延迟效果机也有 10 个节目效果，两者作串、并接之后，产生的各类效果更多，可达 100 个。如果想单独使用其中一个效果机，只需将不用的效果机旁路或关闭即可。

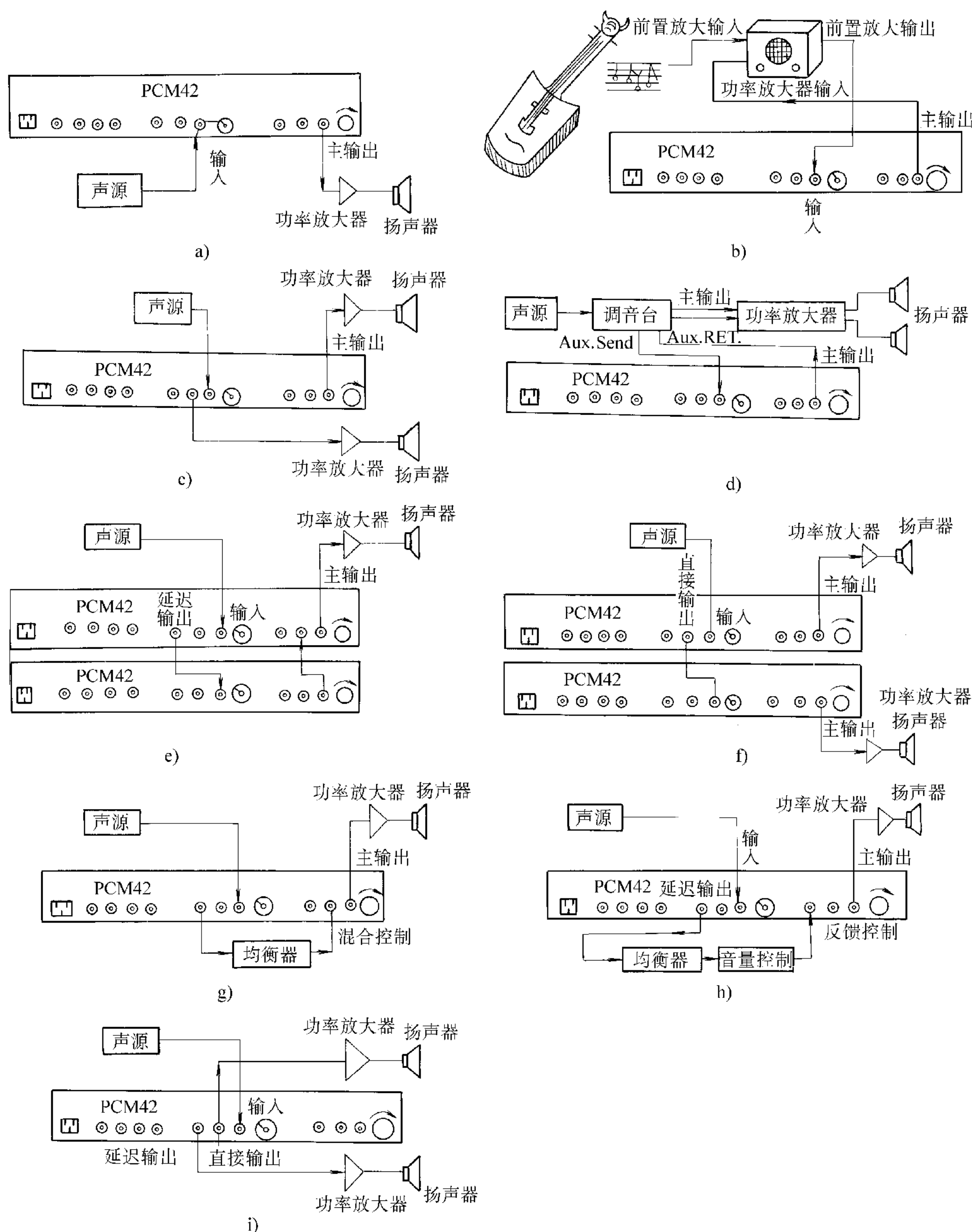


图 6-7　PCM42 型延迟效果机的几种连接模式

a）基本单声模式　b）乐队弹奏模式　c）基本立体声模式　d）与调音台连接模式　e）两台 PCM42 型延迟效果机串接模式　f）两台 PCM42 型延迟效果机并接模式　g）均衡器与 PCM42 型延迟效果机混合控制连接模式　h）均衡输出经音量控制与 PCM42 型延迟效果机的反馈控制连接模式　i）增声系统的连接模式

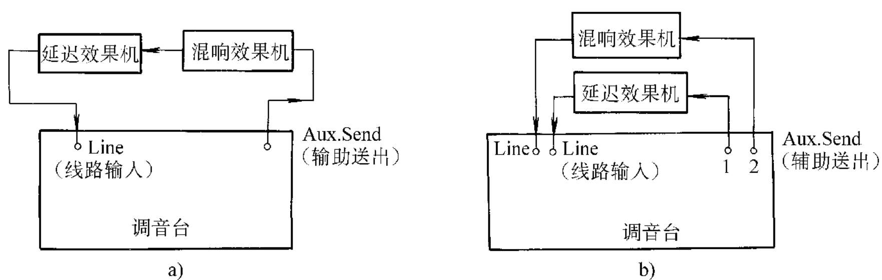


图 6-8　两种效果机与调音台的连接方式

a）串接方式　b）并接方式

第7章　扩 声 终 端

7.1　扩声系统的终端包括哪些机器?

扩声系统的终端一般包括电子分频器、功率放大器、扬声器（音箱）。由于三者依序紧密相连，尤其功率放大器与音箱或功率放大器、输出变压器与扬声器总是连在一起，而且它们都是扩声系统的最终设备，所以，在这里把它们称为终端设备。

7.2　什么是分频?为什么采用分频?

所谓分频就是将声音各频率成分分开，分为高频段频率、中频段频率、低频段频率或高中频段频率、中低频段频率分别送出。声音信号由各种频率成分组成，不同的声音有着不同的频率结构，为什么要将它们分开呢?主要原因是电动式扬声器在提高其放声功率的过程中，其发声的频段范围会变窄，上百瓦以上的电动式扬声器，不像低功率电动式扬声器（几瓦至十几瓦）能近似地进行全频段放声而只能发出某一频段的声音。为了做到大功率（几百至几千瓦）全频段放声，必须分频段制作扬声器，然后将它们组合在一起放声。要充分发挥每一频段扬声器的发声效率，就必须采用分频，否则发声效率低、音圈容易发热烧毁。

7.3　在扩声系统中有哪几种分频方式?这些分频方式各有什么优缺点?

扩声系统中分频方式有两种：一种是电子分频（也称有源网络分频）方式，这种分频方式适用于歌厅、音乐厅、专业 Disco 厅。另一种是功率分频（也称无源网络分频）方式，这种分频方式适用于卡拉 OK 厅、交谊舞厅、多功能厅。两种分频方式如图 7-1 所示。

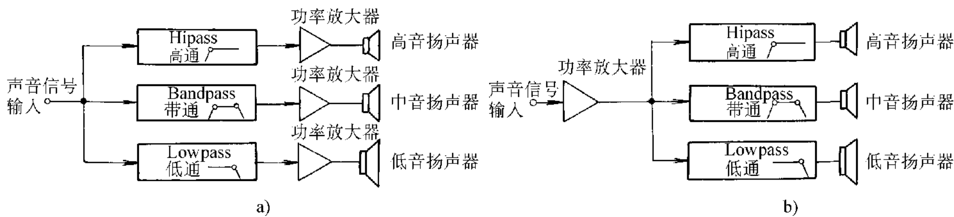


图 7-1　两种分频方式

a）电子分频方式　b）功率分频方式

电子分频方式的优点是：

（1）分频完全按扬声器的发声频率范围进行，发声效率高。

（2）功率放大器的后面除接有扬声器外，没有接任何谐波失真元件，所以谐波失真小，声音动听。

电子分频方式的缺点是由于每频段必须接一台功率放大器，功率放大器的用量多、造价高。

功率分频方式的优点是接线简单、功率放大器的用量少、造价低。缺点是：

（1）功率放大器的后面除接有扬声器外，还接有分频网络，这些元件可产生一定的谐波失真。

（2）各扬声器得到的功率并非相应频段的全部功率，而是有一部分消耗在网络中，所以发声效率较低。

7.4　电子分频器的面板上有哪些功能键？它的后盖板的插孔是怎样安排的？

以美国 AL 公司生产的 X34 型电子分频器为例，其面板和后盖板的示意图如图 7-2 所示。

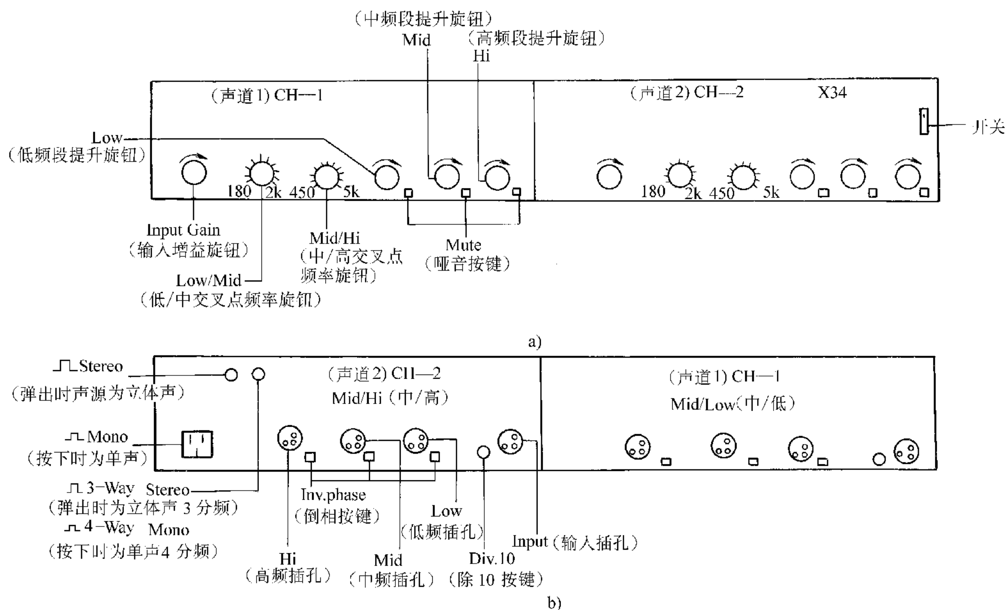


图 7-2　X34 型电子分频器的面板及后盖板

a）面板　b）后盖板

注：声道 1 和声道 2 的功能键和插孔完全相同。

（1）输入信号较大时，为避免失真，将输入端的按键按下，使输入信号衰减 10 倍。

（2）如果作为单声 4 分频系统使用，必须将后盖板左上方的两个按键同时按下，此时，中低频段的信号从声道 1 中间的卡侬插孔输出，中高频段的信号则由声道 2 中间的卡侬插孔输出，至于低频段和高频段信号则从原来的低频段卡侬插孔和高频段卡侬插孔输出。

（3）倒相按键（Inv. Phase）在两通道相应频段反相对使用，若出现反相，只需按动其中一个的相应频段的倒相按键，不能将两个倒相按键同时按下。两个通道各频段放声以及频段与频段间的放声应保持相位一致。

7.5 3 分频的电子分频器是怎样用于 2 分频系统？

方法很简单，只需将高端交叉点频率与低端交叉点频率调成一致，并且重合的交点频率应符合两分频音箱系统的交叉点频率，如图7-3所示。



图 7-3 3 分频变成 2 分频的方法

当作 2 分频系统使用时，中频段输出插孔无输出，高频段输出插孔输出的是中高频段声音信号，低频段输出插孔输出的是中低频或低频段声音信号。

7.6 功率分频 3 分频单元件型和双元件型的电路结构是怎样的？

功率分频 3 分频单元件型电路如图 7-4a 所示，所谓单元件是指高通滤波器和低通滤波器均采用了单个元件进行分频，而带通滤波器则是由高通滤波器和低通滤波器延伸，而产生的公共部分形成，高通滤波器由一个电容 C 构成，它与高音扬声器串接，电容 C 的容抗 $Z_C = 1/2\pi f_c$，频率越高，容抗越小，流向高音扬声器的主要是高频成分。低通滤波器由一个电感 L 构成，它与低音扬声器串接，电感 L 的感抗 $Z_L = 2\pi fL$，频率越低，感抗越小，流向低音扬声器的主要是低频成分。至于带通滤波器，则由 C'、L'组成，要求 C'容量大于 C 的容量，使

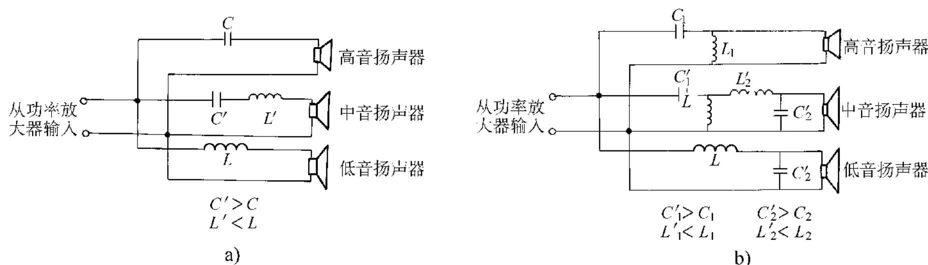


图 7-4 功率分频 3 分频电路结构

a）单元件型 b）双元件型

高频向中频段延伸，同时要求 L' 的电感量小于 L 的电感量，使低频也向中频段延伸，能流通 C' 和 L' 的频率成分，便是中频段部分，即组成了带通滤波器。

功率分频 3 分频双元件型电路如图 7-4b 所示，所谓双元件是指高通滤波器和低通滤波器均采用两个元件分频、而带通滤波器则是由高通滤波器和低通滤波器延伸产生的公共部分。高通滤波器由一个电容 C_1 和一个电感 L_1 两个元件构成，C_1 与高音扬声器串接，L_1 与高音扬声器并接，C_1 对高频成分形成通路，L_1 对低频成分起分流作用，所以流过高音扬声器的基本上是高频成分，这种高通滤波器比单元件高通滤波器在频段分割上更加明显。低通滤波器由一个电感 L_2 和一个电容 C_2 构成，L_2 与低音扬声器串接，C_2 与低音扬声器并接，L_2 对低频成分形成通路，C_2 对高频成分起分流作用，所以流经低音扬声器的基本上是低频成分，这种低通滤波器比单元件低通在频段分割上更加明显。至于带通滤波器，则由 C_1'、L_1' 和 C_2'、L_2' 组成，其中 $C_1' > C_1$；$L_1' > L_1$，使高频往中频段延伸，$C_2' < C_2$；$L_2' < L_2$，使低频往中频段延伸，结果流经 C_1'、L_1'、C_2'、L_2' 的频率成分便是中频段部分，即组成了带通滤波器。

7.7　有的功率分频 2 分频带有音量可调是怎样的？

若专业用的组合式音箱由高音扬声器和低音扬声器组成，其间的分频属于 2 分频单双元件结合系统，它装有高音音量调节，由波段开关完成。具体的线路结构如图 7-5 所示。

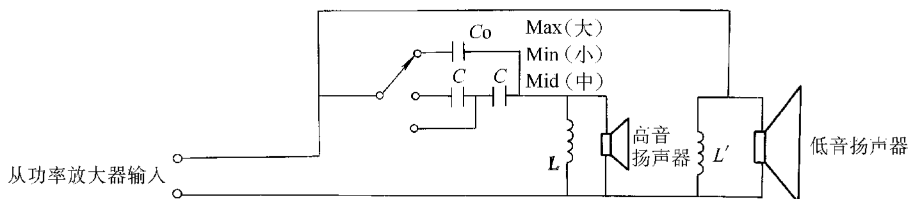


图 7-5　功率分频 2 分频带高音音量可调

7.8　什么是功率放大器？它由哪几部分组成？

功率放大器是将音频电压信号转换成音频功率信号并驱动扬声器发声的一种设备。功率放大器在扩声中起着极为重要作用，如果没有功率放大器，扬声器就不能放声，也就无扩声可言。

功率放大器通常由 3 部分组成：前置放大器、驱动放大器、末级功率放大器。

（1）前置放大器起匹配作用，其输入阻抗高（不小于 10kΩ），可以将前面来的信号大部分吸收过来，输出阻抗低（几十欧以下），可以将信号大部分传送出来。同时，它本身又是一种电流放大器，将输入的电压信号转换成电流信号，

并给予适当的放大。

（2）驱动放大器起桥梁作用，它将前置放大器送来的电流信号作进一步放大，将其放大成中等功率的信号去驱动末级功率放大器正常工作。如果没有驱动放大器，末级功率放大器不可能送出大功率的声音信号。

（3）末级功率放大器起关键作用。它将驱动放大器送来的电流信号形成大功率信号，带动扬声器发声，它的技术指标决定了整个功率放大器的技术指标。

7.9 衡量功率放大器好坏的技术指标主要有哪些？这些技术指标的含义是什么？

功率放大器的主要技术指标如下：

（1）额定功率（Rate Power）：是指连续的正弦波功率，在1kHz正弦波输入及一定的负载下，谐波失真小于1%所输出的功率，表示成W/CH（瓦/声道）。一般来说，额定功率愈大，造价愈高。

（2）总谐波失真（*THD*）：是指高次谐波占基波的百分比，

$$THD=\sqrt{V_2^2+V_3^2+\cdots+V_n^2}/V_1\times100\%$$

总谐波失真愈小愈好，目前好的功率放大器的总谐波失真都能达到0.02%。

（3）转换率（Slew Rate）：单位时间上升的电压幅值，表示成V/μs（伏/微秒），它反映了功率放大器对瞬态声音信号的跟踪能力，是一种瞬态特性指标。例如对打击乐信号的跟踪，此值愈大愈好。目前好的功率放大器的转换率都在200V/μs以上。

（4）阻尼因子（Damping Factor）：其定义为功率放大器的负载阻抗（大功率管内部电阻加上音箱的接线线阻），例如8Ω∶0.04Ω=200∶1，一般要求比值较大，但不能太大，太大会觉得扬声器发声单薄，太小则会使声音浑浊，声音层次差，声像分布不佳。

（5）输出阻抗（Output Impedance）（或称额定负载阻抗）：通常有8Ω、4Ω、2Ω等值，此值愈小，说明功率放大器负载能力愈强。就单路而言，额定负载为2Ω的功率放大器，可以带动4只阻抗为8Ω的音箱发声，并且失真很小。

7.10 末级功率放大器的输出形式有哪几种？这些输出形式各有哪些特点？

大功率晶体管功放末级功率放大器的输出形式有3种：

（1）OTL（Output Transformerless）：即无输出变压器，它属于单端推挽电路。

（2）OCL（Output Capacitorless）：即无输出电容，它也属于单端推挽电路。

（3）BTL（Balance Transformerless）：即无平衡变压器输出，它属于桥式推挽电路。

OTL（如图7-6a所示）电路的特点是单组电源供电，有充电电容*C*存在，

其充电电压成为信号负半周流通的工作电压。扬声器的阻抗成为导通的大功率管的射极负载，在阻抗上相比配。

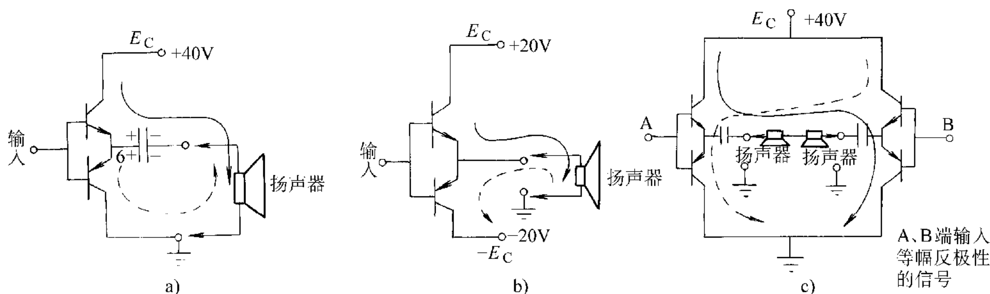


图 7-6　末级功率放大器的输出形式

a）OTL 电路　b）OCL 电路　c）BTL 电路

OCL（如图 7-6b 所示）电路的特点是两组电源供电，无充电电容存在，低频响应好，扬声器的阻抗 R_L 成为导通的大功率管的射极负载，在阻抗上相匹配。

BTL（如图 7-6c 所示）电路的特点是单组或双组电源供电，两端输入端输入的是等幅异极性信号，两角线大功率管同时导通，扬声器接在桥路上，并构成两个导通管的射极负载，在阻抗上相匹配。

7.11　若单端推挽电路与桥式推挽电路负载扬声器的阻抗相同，在输出功率上有何不同？

设单端推挽电路的输出功率为 P_o，扬声器负载阻抗为 R_L，加在扬声器两端的信号电压为 U_o。$P_o = U_o^2/R_L$ 设桥式推挽电路的输出功率为 P，由于桥式电路两输入端加入等幅反极性信号，对角线管子同时导通，流经扬声器的电流增大近似 1 倍，加在扬声器上的信号电压变成 $2U_o P = (2U_o)^2/R_L = 4U_o^2/R_L = 4P_o$，即在负载相同情况下，桥式推挽电路的输出功率接近单端抵挽电路输出功率的 4 倍，一台小功率放大器驱动一台大功率低音音箱，便可以采用桥式连接。

7.12　功率放大器用于立体声放声时，左右声道功率放大器输出的红、黑端子各接一只音箱，如果改成桥式单声放声，为什么必须将两个扬声器串接后接在两个红端子上呢？

功率放大器用于立体声放声，每个声道的输出功率等于扬声器的负载功率 P_o，改成桥式单声放声，桥式电路两个红端子上的信号电压比单端放声时大 1 倍，两个扬声器串接，形成的负载阻抗为 $2R_L$（设每个扬声器的负载阻抗为 R_L），桥式单声放声电路的功率 $P = (2U_o)^2/2R_L = 2U_o^2/R_L = 2P_o$，分配给每个扬声器的功率仍等于立体声中每个声道的输出功率 P_o 连接方法很简单，如图7-7

所示。

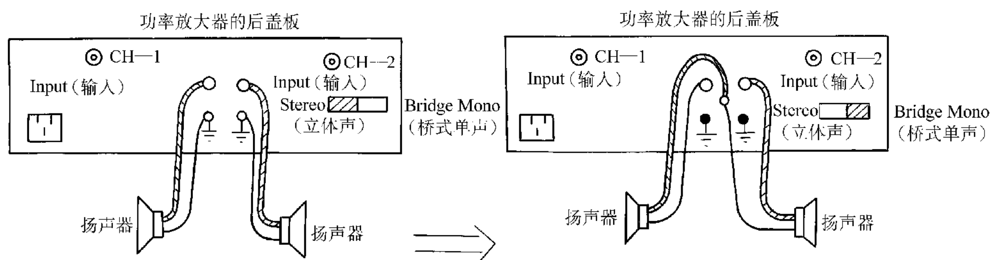


图 7-7　功率放大器由立体声连接方式改为桥式单声连接方式的方法

7.13　为什么功率放大器的输出端输出阻抗要等于扬声器的负载阻抗？

末级功率放大器是一种射极输出器，它的射极负载便是扬声器，射极输出器的等效电路如图 7-8 所示，图中 r_{be} 为大功率管的基极－发射极电阻，R_S' 为信号源内阻 R_S 与大功率管的基极偏流电阻 R_b 的并联阻抗。集电极电流 $I_C=\beta I_b$，β 为共射极电流放大系数，$I_e=I_b+\beta I_b=(1+\beta)I_b$，$U=I_b(R_S'+r_{be})$，流经扬声器的功率 $P=I_eU=(1+\beta)I_b^2(R_S'+r_{be})=(1+\beta)^2I_b^2(R_S'+r_{be})/(1+\beta)=I_e^2[(R_S'+r_{be})/(1+\beta)]=I_e^2R_L$，因此，扬声器的阻抗 $R_L=(r_{be}+R_S')/(1+\beta)$，通常 R_S'远小于 r_{be}，若 $r_{be}\approx80\Omega$，$\beta=10$，则 $R_L=80/11\approx8\Omega$，若 $r_{be}=40\Omega$，则 $R_L\approx4\Omega$。

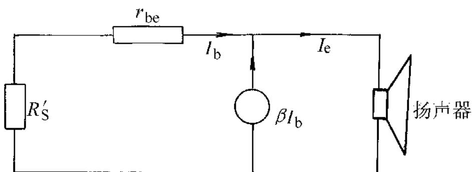


图 7-8　末级功率放大器的输出等效电路

功率放大器的输出端连接扬声器必须以此为依据，负载若小于此阻值，功率放大器失真，并且 r_{be}发热，容易烧毁。若大于此值，因为功率放大器的功率输送不出，也容易引起内热积累而导致发射结被烧毁。

7.14　功率放大器的储备量含义是什么？

功率放大器储备量的定义是功率放大器的最大不失真功率与功率放大器工作功率的比值。功率放大器的最大不失真功率是指负载为 8Ω 且功率放大器的总谐波失真小于 1% 的情况下，功率放大器所能输出的功率，通常它等于功率放大器额定功率的 2 倍。而功率放大器的工作功率则指功率放大器工作时所输出的功率，这种功率与输入信号的大小有关。功率放大器的储备量通常取 3～8，若储备量取 3，则有：

功率放大器的工作功率＝扬声器的额定功率＝2/3×功率放大器的额定功率

上述公式可用于功率放大器额定功率与扬声器额定功率的配置，适用于音响

工程设计。

7.15　功率放大器在工作时，为什么要留有适当的储备量？

功率放大器工作在音乐信号下时并不是等幅的纯正弦波，音乐信号的起伏是很大的，为了使功率放大器长期可靠地运行，不致过载烧毁，必须让它在工作时留有适当的储备量。当然，从经济上考虑，储备量也不能取得太大，否则会造成浪费。功率放大器的额定功率愈大，造价愈高。

7.16　功率放大器与音箱应如何匹配？

功率放大器与音箱的匹配有如下 4 个方面：

（1）阻抗相配：功率放大器的输出阻抗等于音箱的负载阻抗。

（2）功率相配：功率放大器工作时的输出功率等于音箱的额定功率。

（3）阻尼系数相配：阻尼系数太小，音箱放声浑浊，阻尼系数太大，音箱发声生硬单调。一般控制在 200∶1 ~600∶1 左右为宜。

（4）功率储备量相配：储备量太大，经济上不合算，太小又容易产生过载，一般取 3 ~4 即可。

7.17　使用功率放大器时应注意什么？

使用功率放大器时应注意：

（1）将功率放大器接入扩声系统中。开机时，应先打开其他设备，最后打开功率放大器，以免设备打开时产生脉冲通过接线引入功率放大器，形成功率脉冲，使功率放大器或音箱高频头烧毁。

（2）功率放大器被打开后，音量在调音台上控制，由小到大直到适中为止。功率放大器关闭时，音量在调音台上控制，由大至小，然后关闭功率放大器，再关闭其他设备。

（3）功率放大器在工作时，不能任意更换功率放大器的工作模式或改接音箱连线，否则容易烧毁功率放大器。

（4）功率放大器在工作时，不能任意拔插扩声系统设备的连接线，否则，由于拔插插头，会产生脉冲信号，此脉冲信号经过功率放大器，形成功率脉冲，使功率放大器过载烧毁或直接进入音箱高频头，使高频头烧毁。

7.18　功率放大器的工作模式开关是怎样连接的？

功率放大器的工作模式开关通常安装在驱动放大器之前，具体连接方式如图 7-9 所示。

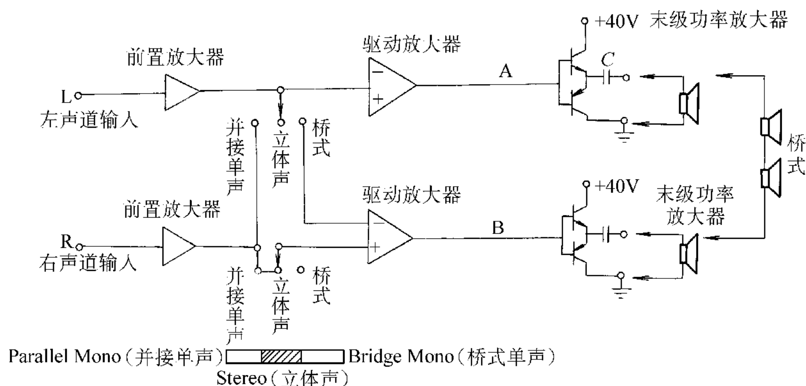


图 7-9　功率放大器工作模式开关的连接方式

7.19　什么是音箱？为什么要使用音箱？

音箱是一种助声部件，它协助扬声器发声，扬声器是发声部件。

目前扩声系统绝大部分都是采用电动式扬声器进行放声，因为电动式扬声器的功率可以很大，频率范围可以很宽，其结构示意图如图 7-10 所示。它由音圈、磁体、振膜以及纸盆组成。电动式扬声器的工作原理是：通以交变电流的线圈，在磁场中会产生前后振动，带动相连的振膜及纸盆一起振动，通过空气介质将声音传播出去，当振膜及纸盆向前推时，扬声器前的空气压力大，扬声器后的空气压力小。反之，振膜及纸盆向后拉时，扬声器后的空气压力大，扬声器前的空气压力小。可见，扬声器前后传播的声波在相位上是相反的，根据波传播的特性，频率越低的波，其绕射作用则越强。所以，扬声器后传播的声波会绕过纸盆又向前传播。同样，向前传播的低频声波也会绕过纸盆又向后传播，结果前后传播的低频声波都作了反相叠加，从而使低频声波消失。至于中频声波和高频声波，这种绕射现象并不严重，为了显示低频声波，便考虑使用音箱。

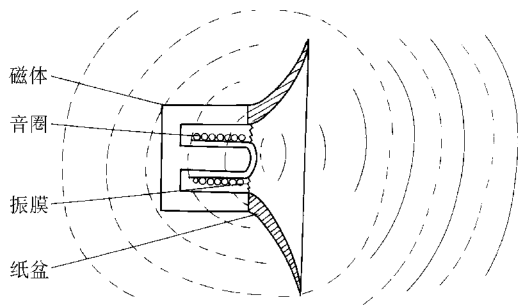


图 7-10　电动式扬声器的基本结构

7.20　音箱可分为哪几种？

从总体上说，音箱可分为两类：即分体式音箱和组合式音箱。分体式音箱是

指高音音箱、中音音箱、低音音箱分开，各自成为独立的单元。组合式音箱则把高音扬声器、中音扬声器、低音扬声器组合在同一箱体内，在箱体内再将它们分开。

7.21 分体式音箱的结构原理是什么？

（1）高音音箱：利用各种反射方法，展宽高音的辐射角，因为高音扬声器发声方位性强，为使两边听众都能听见高音，必须改善高音头的辐射角。高音音箱的形状多样，各厂家生产的各不相同，而目的却是一致的，即改善高音的辐射特性。

（2）中音音箱：将中音扬声器口朝外装入箱体，箱体内部装入不规则隔板，以防产生声音共振，箱体外表要美观。

（3）低音音箱：有着严格的原理上的考虑，在结构上必须消除低频声波的绕射现象。目前常用的有两种，一种是封闭式低音音箱，另一种是倒相式低音音箱。

1）封闭式低音音箱的结构原理是扬声器口朝外装入箱体后密封，箱体内填满各种频率的吸声材料，将扬声器后传播的声波全部吸收。这样，后传播声波的绕射现象便消失，前传播的低频声波反相量加的问题便不存在，于是低频声便显示出来，如图 7-11a 所示，由于这种音箱将扬声器的后传播声波全部吸收，因此发声效率较低，适用于监听，可以作监听音箱用。

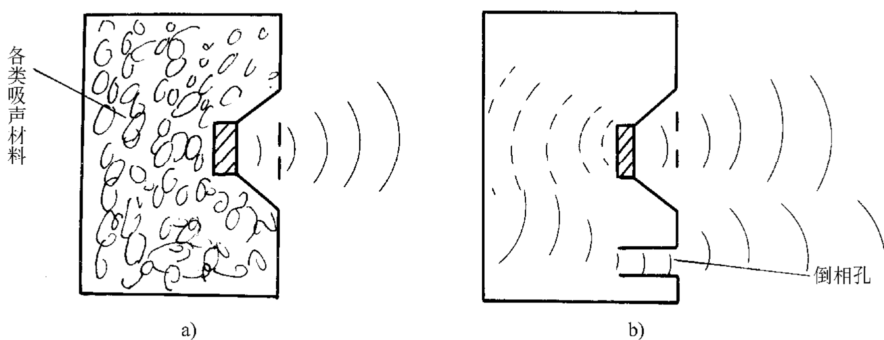


图 7-11 常用的两种低音音箱

a）封闭式 b）倒相式

2）倒相式低音音箱的结构原理是将扬声器口朝外装入箱体内，利用箱体后盖板的反射作用，将扬声器后传播的声波反射，并倒相 180°，通过倒相孔，将这部分声能辐射出来，在空间与扬声器的前传播声波作同相叠加，其低频声比封闭式低音音箱增大 1 倍。由于倒相式低音音箱充分利用了扬声器前后传播的声波，发声效率高，因此获得了广泛应用。

7.22 封闭式低音音箱和倒相式低音音箱的辐射阻抗特性与装箱前的扬声器辐射阻抗特性有何不同？

封闭式低音音箱辐射阻抗特性曲线较装箱前扬声器辐射阻抗特性曲线较平直些，扬声器的谐振峰有所下降，并且谐振频率有所升高，如图 7-12a 所示，图中的 f_0 为扬声器的谐振频率。

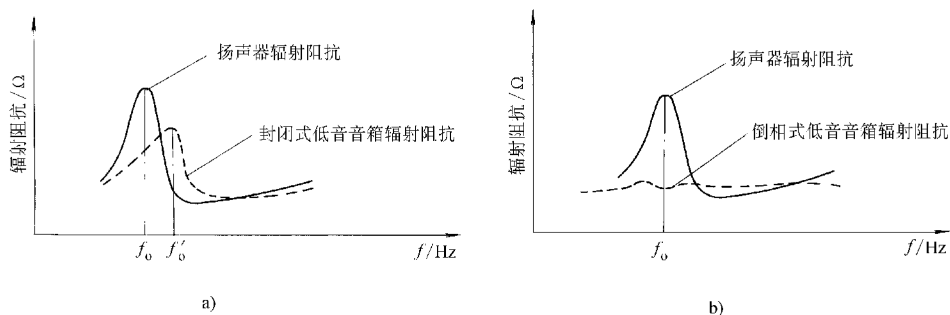


图 7-12 封闭式及倒相式低音音箱的辐射阻抗特性

a）封闭式 b）倒相式

倒相式低音音箱辐射阻抗特性曲线较装箱前扬声器辐射阻抗特性曲线平直，扬声器的谐振峰被吸收，在原来谐振频率的两侧出现两个小驼峰，并且低频部分的频率下延。

7.23 组合式音箱的结构特点是什么？

组合式音箱是将高音扬声器、中音扬声器、低音扬声器组合在同一箱体内，各扬声器之间分隔成各个子箱，为消除箱体对某些音频产生共振，子箱内有不规则隔板。功率信号输入音箱，先进行功率分频，分成高频段、中频段、低频段功率，然后送至相应频段的扬声器发声。低音扬声器子箱一般都设有倒相孔，构成倒相式低音音箱。

第 8 章　组合音响、家庭影院、MD 机及 VOD

8.1　什么是组合音响？它包括哪些设备？这些设备怎么连接？

一般组合音响是指家庭用来欣赏音乐的音响设备的组合，可以进行双声道立体声放声，能播放各种立体声的声源信号，例如台式录音卡座、CD 机、电唱机、调频调幅接收机等。一台带有输入选择的立体声功率放大器，每个声道的额定功率在 80W 以下，配有两只音箱，分布在听音者的左右两侧，这种组合音响是最基本的家用音响系统，连接方式如图 8-1 所示。

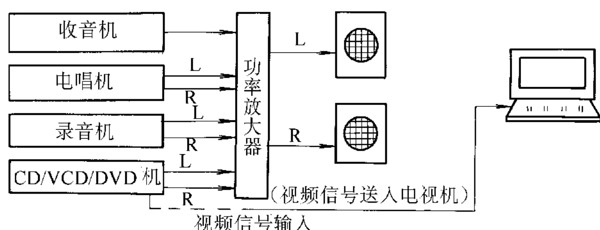


图 8-1　基本组合音响设备的连接方式

8.2　构成家用卡拉 OK 系统的设备有哪些？这些设备怎样连接？

家用卡拉 OK 系统包括卡拉 OK 视盘机、卡拉 OK 录像机、台式录音机、传声器、彩色电视机、音箱、带有高、中、低音音质补偿的功率放大器或者由台式录音机、VCD/DVD 机（视盘机）、传声器、彩色电视机、音箱、带有变调效果的卡拉 OK 功率放大器组合，具体连接方式如图 8-2 所示。

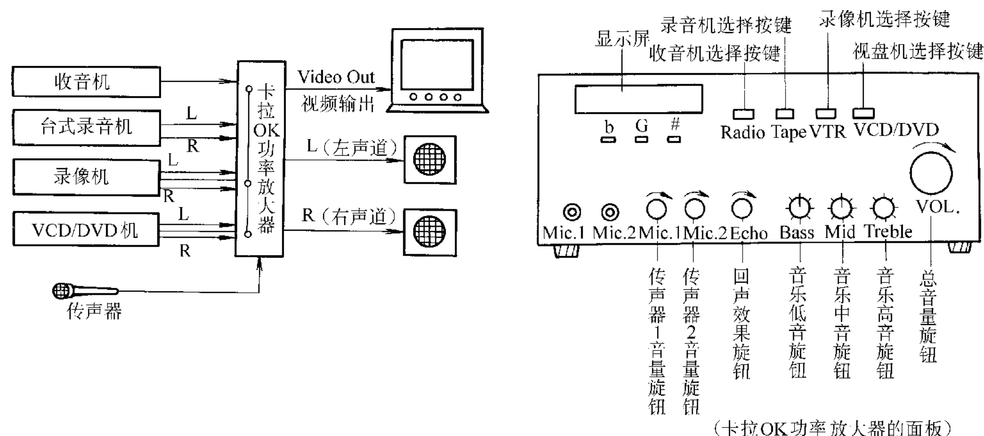


图 8-2　家用卡拉 OK 系统的连接方式

8.3 什么是家庭影院？它采用的是什么设备？

所谓家庭影院就是使用一些影音设备，在家庭的较小房间内能营造出大型影院的气氛，有强烈的震撼感和环境包围感，使欣赏者仿佛置身于影视画面空间，亲身经历着影视所表现的故事内容一样。

比较好的家庭影院系统由 AC—3 系统组成，配有大屏幕电视机。AC—3 音响系统内装杜比（Dolby）环绕声解码器，送出左、中、右声道信号以及环绕声左、环绕声右以及一路超重低音信号，分别进行功率放大并驱动相应的音箱发声，每个信道的功率可根据放声环境实现遥控调节，边调边听，直至最佳。采用的声源信号多数是 DVD 机的 5.1 声道信号。具体的安排如图 8-3 所示。

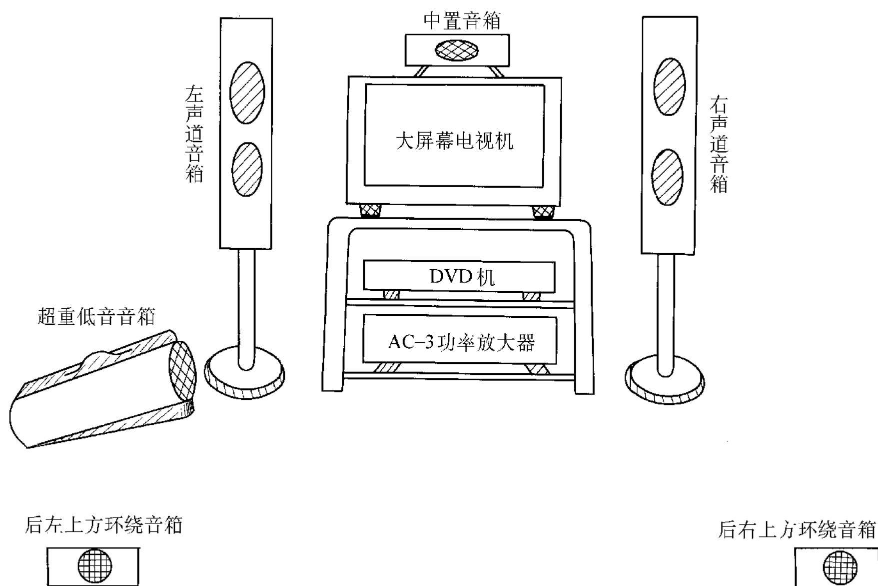


图 8-3 家庭影院的总体布局

8.4 什么是 MD 机？它有哪些主要特点？

MD 是 Mini Disc 的缩写，指微型唱机，它是一种可录可抹的磁光机（Magnet Optical Disc），唱片的直径为 64mm。代表产品有 SONY 公司生产的 MDS—E12 型专业 MD 机，其主要的特点是：

（1）在 80min 的盘片上录音/放音时间可长达 320min。

（2）采用了 ATRAC 编码/解码技术和 DSP（数字声音处理）技术，提供了

完美的录音/放音质量，它将无声音的地方、难于听见的超音频和超低频信号以及在大声音信号中难以听到的小声音信号等给予省略。以可变 bit 方式将信号简化到最低限度，把声音信号压缩到原来的 1/5，但不是只记录 1/5 信号而是采用特别运算处理，将省略的信号加以适当处理，使之在听觉上无法察觉。

（3）具有数字和模拟输入与输出接口，有光缆输入插口。

（4）具有变速放音功能，变速范围为 12.5%，放音方式有随机放音、编程放音、所有轨迹重复放音、单声轨重复放音、A－B 重复放音及标记打点放音模式。

（5）能进行多台接力式录/放音。

（6）通过 RS232 接口用计算机键盘操作。

（7）能实现各种编辑即合并/多轨迹/分割/删除。

（8）有耳机插孔，通过耳机监听录音/放音质量。

（9）唱片采用高刚性、防尘的树脂材料，有很好的抗损伤和抗沾污性。

8.5 MDS—E12 型专业 MD 机的面板功能键是怎样安排的？其后盖板插孔又有哪些？

MDS—E12 型专业 MD 机的面板功能键及后盖板插孔安排如图 8-4 所示。

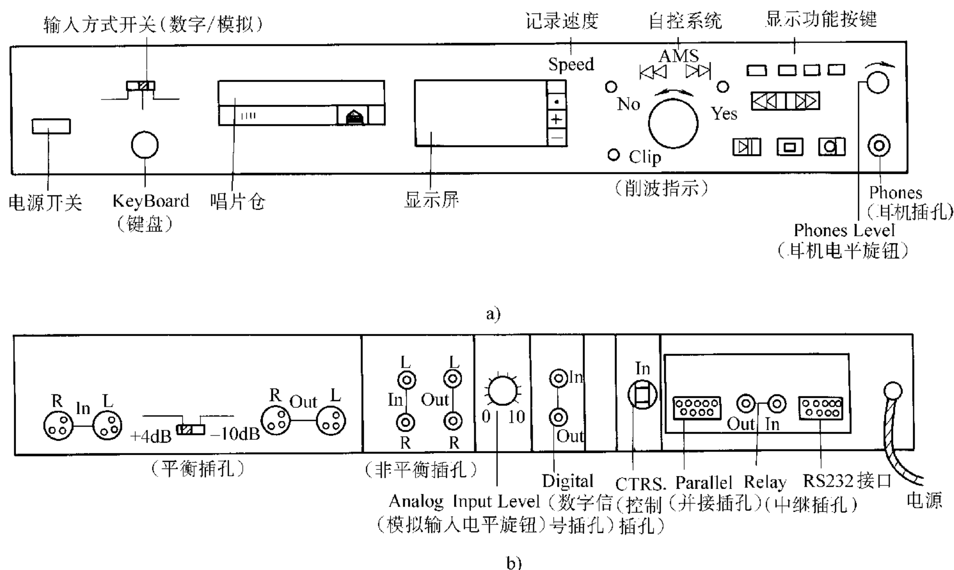


图 8-4 MDS—E12 型专业 MD 机的面板和后盖板

a）面板 b）后盖板

8.6 什么是 VOD？它在扩声中起什么作用？

VOD 是英文 Video On Demand 的缩写，其意为视频点播系统。它是计算机多媒体技术与网络技术结合的产物，将压缩的视频和音频信号（节目源）储存在视频服务器的超大容量高速硬盘阵列中。播放时，由连接在网上的电脑（工作站）读取服务器中的文件，并将视频和音频信号解压缩后输出到电视机和音响设备上。视频数据可以是 VCD（MPEG—1）、超级 VCD 和 DVD（MPEG—2），因为节目源已经存储在视频服务器上，故无需打碟员操作。它在扩声系统中起自动播放碟盘声音的作用，允许几个场地同时点播同一节目而互不影响。

8.7 VOD 有什么特点？它是怎样连接的？

VOD 由硬盘节目库、播放服务器、网络接口以及输入/输出部件组成，其中硬盘节目库包括片源服务器和歌曲服务器，各有容量为 1200G 的硬盘，可存储 16500 首歌曲或时间长度为 1125h 的内容。而播放服务器内含容量为 150G 的硬盘，可存储 1300 首歌曲或时间长度为 90h 的影片。输入部件可采用遥控器、键盘、鼠标或触摸屏，每台播放服务器拥有 12 组 AV 音视频输出，并且兼容 NTSC 及 PAL 电视制式，具有 S 端子（S－Video）及复合视频信号（Composite Video Signal）输出，具体连接方式如图 8-5 所示。

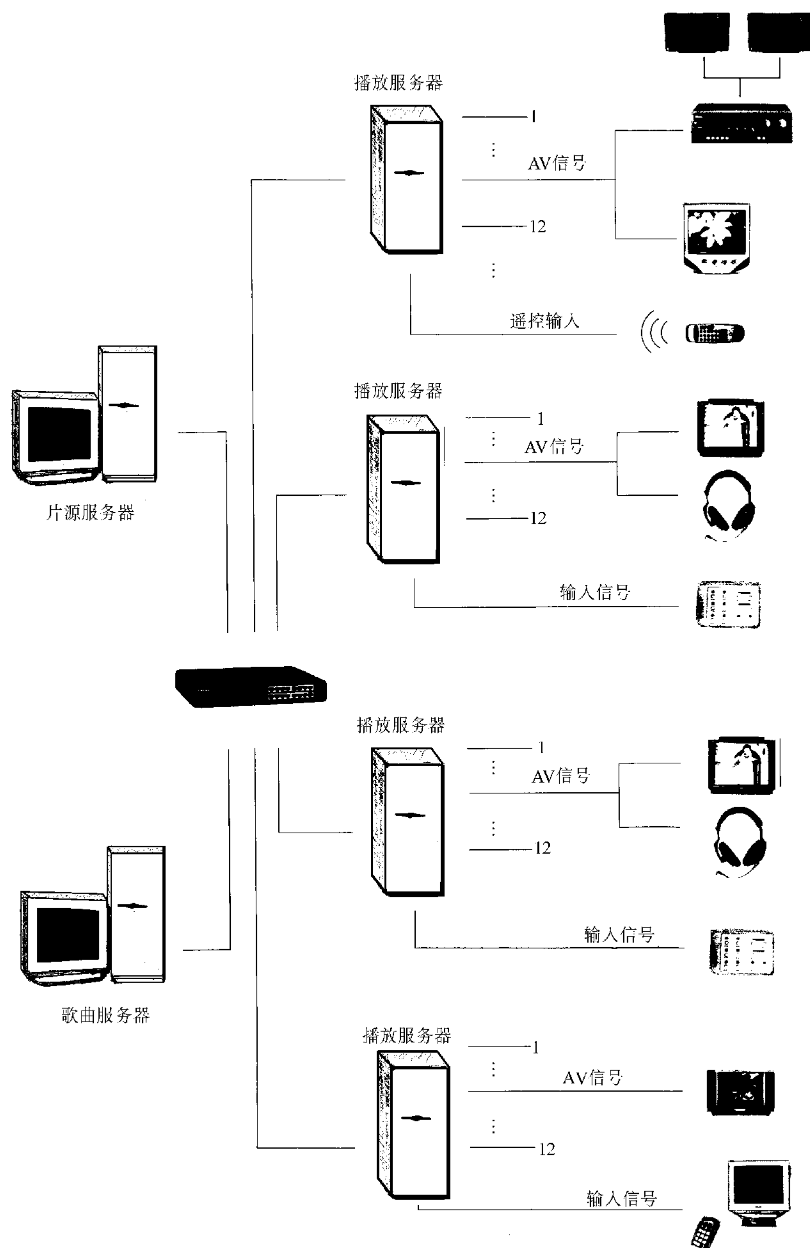


图 8-5　VOD 的具体连接方式

第 9 章　数码音响处理系统

9.1　什么是数码音响处理系统?

数码音响处理系统是一种除音源、调音台、功率放大器、音箱、效果机之外，把扩声系统的周边设备（包括均衡器、延迟器、移相器、压限器、电子分频器等）以数字化形式组合在一起的系统。它能精确地进行音频处理和扬声器管理功能，简化了扩声系统设备的连接，具有两路模拟输入，多路模拟输出（有 4 路、6 路、8 路等)，同时还采用数字输入和数字输出方式。其调试方法可以通过机器面板的功能键进行，也可以在计算机上利用生产商提供的软盘进行。

9.2　数码音响处理系统的特点是什么?

数码音响处理系统的特点如下:

（1）两路输入多路输出，根据扩声系统的需要或现有的音箱情况配置相应的输出。

（2）在两个输入通道上装有高精度的 A/D 转换器，设置了图表均衡器、延迟器。在输出通道上装有高精度的 D/A 转换器，设置了电子分频器、动态参量均衡器、延迟器、移相器和压限器。

（3）配有软件快闪存储器，可通过串行接口更新修正预置调节量。

（4）装有标准电子乐器数字接口（MIDI）和计算机 RS232 接口，可运用计算机调节有关参数。

（5）能方便地进行编程、传输、存储以及密码锁定，确保系统安全。

9.3　目前，都有哪些公司生产数码音响处理系统?

目前，美国电声（EV）公司生产的 Dx38 型，属于 2 进 4 出系统。美国 McCauley 公司生产的 MCS2.6 型，属于 2 进 6 出系统。美国 JBL 公司生产的 DSC—280 型，属于 2 进 4 出系统。日本 SONY 公司生产的 F300 型，属于 2 进 6 出系统。

此外，美国 dbx 公司也生产类似的数码音响处理系统。从使用角度来看，这种数字组合系统是专业音响的发展方向。

9.4　数码音响处理系统的线路由哪些部分组成?

以美国电声（EV）公司生产的 Dx38 型数码音响处理系统为例，其组成如图 9-1 所示。

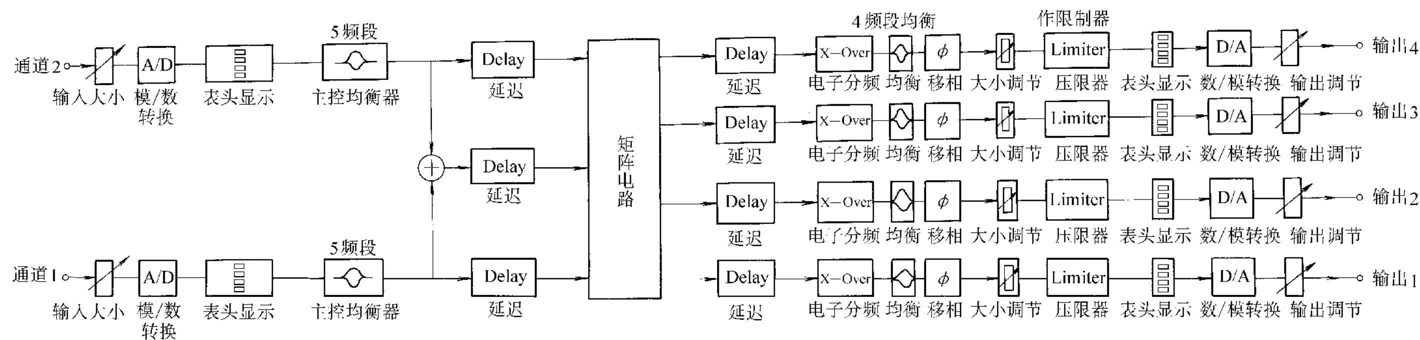


图 9-1　Dx38 型数码音响处理系统的各部分组成

从图可知，在输入通道中安排了主控均衡器，它是由 5 频段图表均衡器构成的。4 个输出通道中每个通道都安排有 4 频段图表均衡器，作为每输出通道的动态均衡处理，同时也装有压限器（用作限制器），主要用于在输出通道的后面连接功率放大器的保护电路，矩阵电路是用来构成各种输出模式的。

9.5 Dx38 型数码音响处理系统的面板功能键和后盖板插孔是怎样安排的？这些功能键起什么作用？

Dx38 型数码音响处理系统的面板和后盖板安排如图 9-2 所示。图中所示各功能键的功能如下：

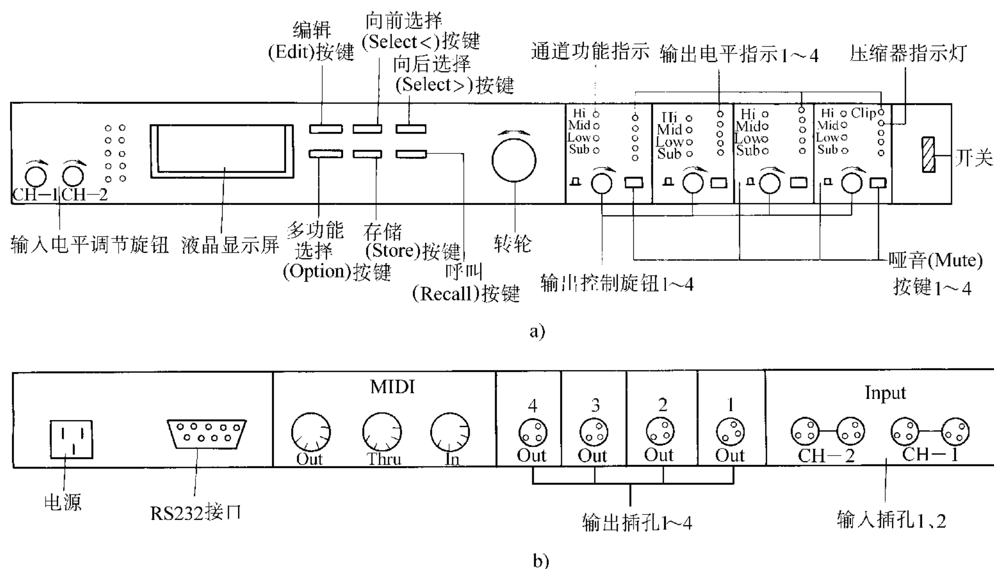


图 9-2 Dx38 型数码音响处理系统的面板和后盖板

a）面板 b）后盖板

（1）输入电平调节旋钮：用于机器输入电平的调节，旁边有相应的指示灯指示电平高低。

（2）液晶显示屏：显示节目名称、号码、扬声器系统名称表述以及目前的运行模式。在编辑模式下显示功能模式，包括各个参数及参数值。此外，还根据所选模式显示多功能键菜单、状态信息、简单的操作要点等。

（3）编辑（Edit）按键：按它进入编辑模式，按下此键后，显示运行节目最后修正过的参数。其他参数用选择按键进行选取，并用转轮给予改变。

（4）向前选择（Select <）按键：在编辑模式下向前选取参数。在多功能选择模式下，用于选取前面的多功能键页码。在存储模式下，可以利用此按键切换节目号及编辑名称。

（5）向后选择（Select >）按键：在编辑模式下向后选取参数。在多功能选择模式下，用于选取后面的多功能键页码。在存储模式下，可以利用此按键切换节目号及编辑名称。

（6）多功能选择（Option）按键：按此键进入多功能选择模式菜单，用户能更改和检查有关使用的调节。

（7）存储（Store）按键：此按键可供用户存储编辑好的节目（程序），存入 U01 ~ U30 中任一个或从一个预置节目中复制。

（8）呼叫（Recall）按键：按下此键可进入节目选取模式，用转轮可选择生产商或用户自定义的预置节目，按下呼叫按键所选的节目得到认可并执行。

（9）转轮：在节目选择模式下，转动转轮选取需要的节目，用呼叫按键激励该节目。在编辑模式下，用转轮修改参数或翻阅功能模块。在按下转轮并拨动转轮时，增加参数值变化速度。

（10）输出控制旋钮 1 ~ 4：这 4 个旋钮用来改变 1 ~ 4 输出通道的输出电平。使 Dx38 与后续设备的输入相配。正确调节这些旋钮能改善信噪比。在大多数的情况下，将它们放在中间位置时能获得较好的信噪比。若要求更大输出的话，可采用数字增益控制，若采用数字增益时，又用输出控制旋钮 1 ~ 4 去衰减输出电平，则最好不要采用数字增益，因为这样会减少数/模转换器的动态范围。另外这 4 个旋钮还具有下按功能，在编辑模式下，用于切换相关输出通道的功能块。

（11）哑音（Mute）按键 1 ~ 4：按下这些哑音按键时，可以使相应的输出通道静音。一旦按下，键下的红灯便亮，再按则切断。

（12）通道功能指示：分为高（Hi）、中（Mid）、低（Low）、超重低（Sub），指示通道的工作频段。如果是全频段工作，则所有的指示灯均发亮。

（13）输出电平指示 1 ~ 4：指示相应输出通道的输出电平峰值。应该工作在削波指示灯（Clip）不亮状态，否则可能引起内部削波。这些指示灯可调在峰值保持（Peak - Hold）模式或慢变模式（Slow - Mode）（平均音量模式）。

（14）压缩器指示灯：输出通道上相应的压限器工作时，该指示灯发亮。也就是说，音频信号电平超过预先调节的阈值时，输出的电平受到压缩或限制。

（15）RS232 接口：这是一种计算机与 Dx38 之间的数据通信接口，运用编辑软件进行各种编辑或结构模式。

（16）MIDI 输入/转接/输出插孔：即图 9-2b 中的 MIDI In/Thru/Out，这些插孔可用一台主机控制多台 Dx38。通过 MIDI 可建立 Dx38 与计算机之间的双向交换存储及数据通信。

（17）输出插孔 1 ~ 4：提供 4 路输出。按照使用结构不同，这些插孔输出不同频段信号，并由通道指示灯表示通道的频段。

（18）输入插孔 1、2：每一输入通道装有直接输出插孔，为另一台 Dx38 或

其他设备提供没有变化的、与输入信号相同的信号。在立体声模式、双路模式以及单声超重低音模式下，左声道和右声道均按相应插孔接上，而其他结构模式下，用单声道输入便可。

9.6 Dx38 型数码音响处理系统都有哪些工作模式？

Dx38 型数码音响处理系统一般可以构成 7 种工作模式，分述如下：

（1）立体声 2 分频模式如图 9-3 所示。

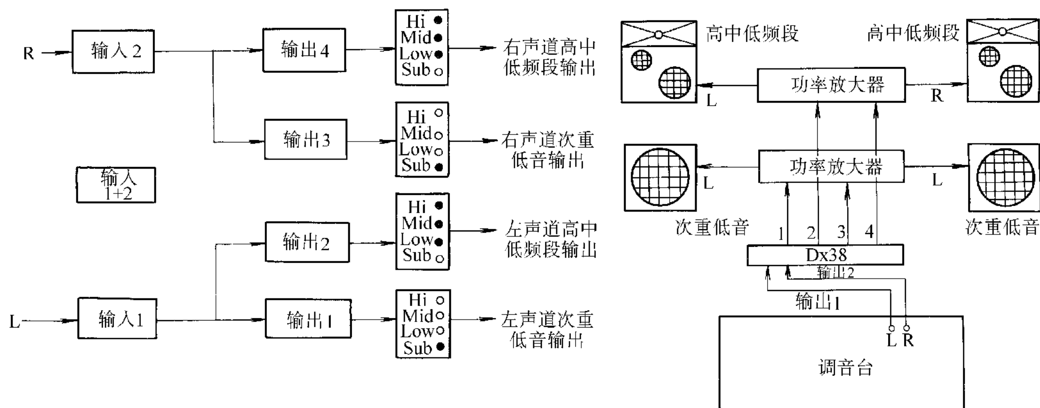


图 9-3 立体声 2 分频模式

从图 9-3 可知，左声道高中低频段输出与右声道高中低频段输出（即输出 2 和输出 4）共用一台功率放大器，通过高中低频组合音箱放声，构成立体声放声。左声道次重低音输出与右声道次重低音输出（即输出 1 和输出 3）共用一台功率放大器，通过次重低音箱放声，构成次重低立体声放声。

（2）立体声 2 分频/单声次重低音加单声全频段模式如图 9-4 所示。

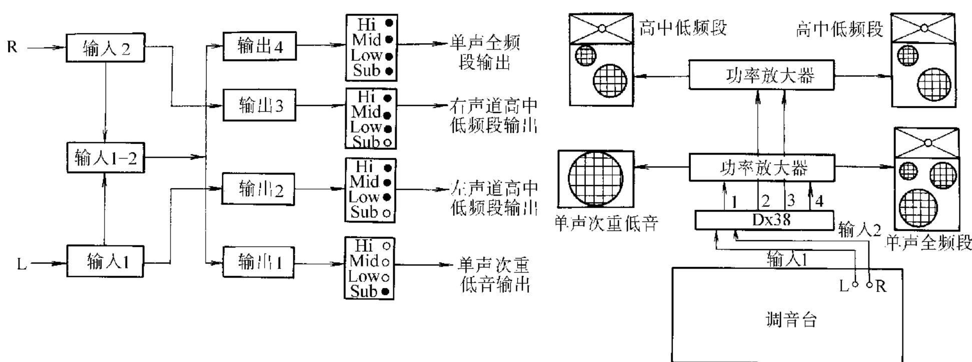


图 9-4 立体声 2 分频/单声次重低加单声全频段模式

从图 9-4 可知，左声道高中低频段输出与右声道高中低频段输出（即输出 2 和输出 3）共用一台功率放大器，通过高中低频组合音箱，构成立体声。而输入 1 和输入 2 相叠加，分成单声次重低音输出（输出 1）和单声全频段输出（输出 4）。

（3）单声 3 分频及单声全频段模式如图 9-5 所示。

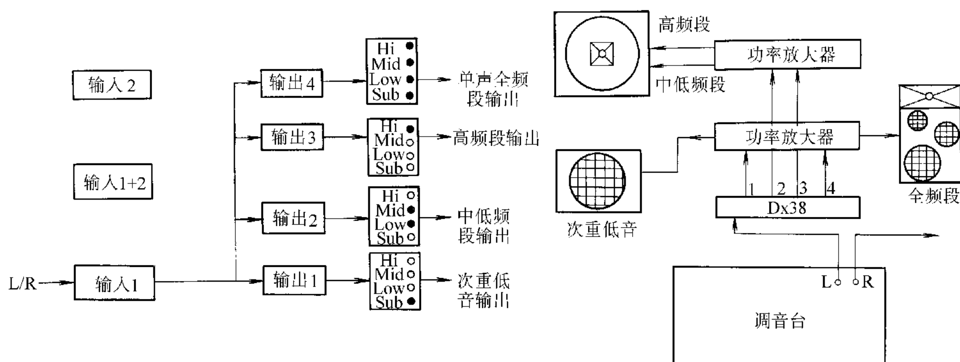


图 9-5　单声 3 分频及单声全频模式

从图 9-5 可知，左声道或右声道输入，单独分成全频段输出（输出 4）、高频段输出（输出 3）、中低频段输出（输出 2）以及次重低音输出（输出 1）。调音台的左声道、右声道输出分别单独与 Dx38 型数码音响处理系统连接。

（4）2 分频/单声次重低及单声全频段模式如图 9-6 所示。

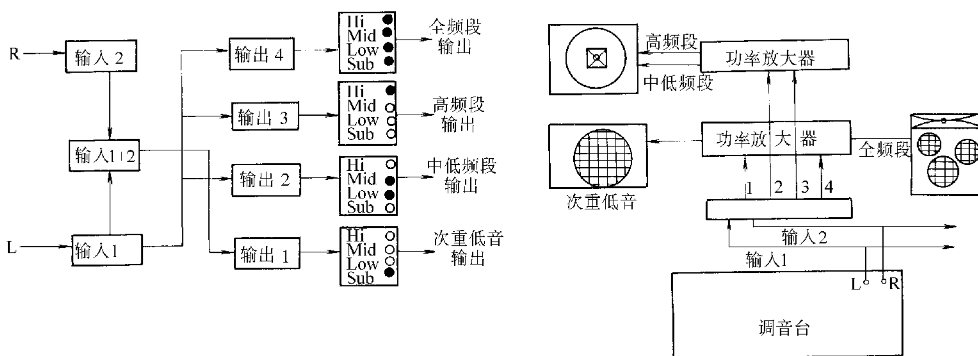


图 9-6　2 分频/单声次重低及单声全频模式

由图 9-6 可知，左右声道混合，然后分出次重低频，左声道输入仍分全频段输出（输出 4）、高频段输出（输出 3）、中低频段输出（输出 2），而且高、中低频段输出共用一台功率放大器，而次重低音和全频段输出共用一台功率放大器。调音台的左右声道输出接入同一套系统中，分出同样的 4 路输出。

（5）2 分频/独立的次重低加全频段模式如图 9-7 所示。

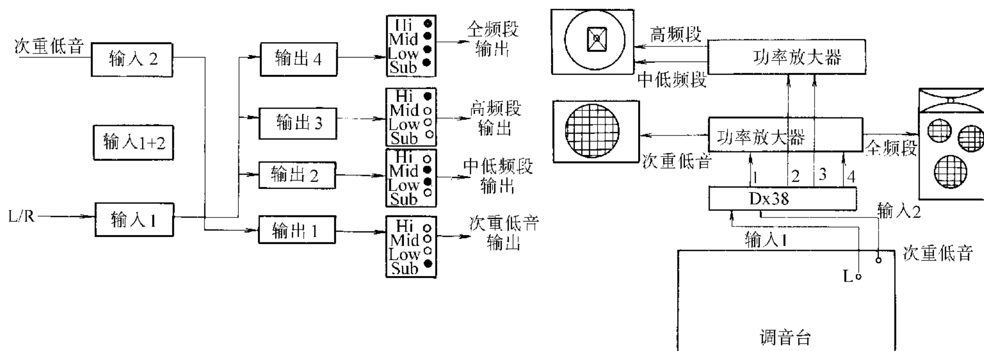


图 9-7　2 分频/独立的次重低加全频段模式

图 9-7 中，Dx38 输入通道 2 的输入信号并不是来自调音台的右声道，而是来自调音台辅助输出。左声道的中低频段、高频段共用一台功率放大器（即输出 2 和输出 3）。次重低音输出与全频段输出（即输出 1 和输出 4）共用一台功率放大器。调音台的右声道也作了同样的分频处理。

（6）4 分频模式如图 9-8 所示。

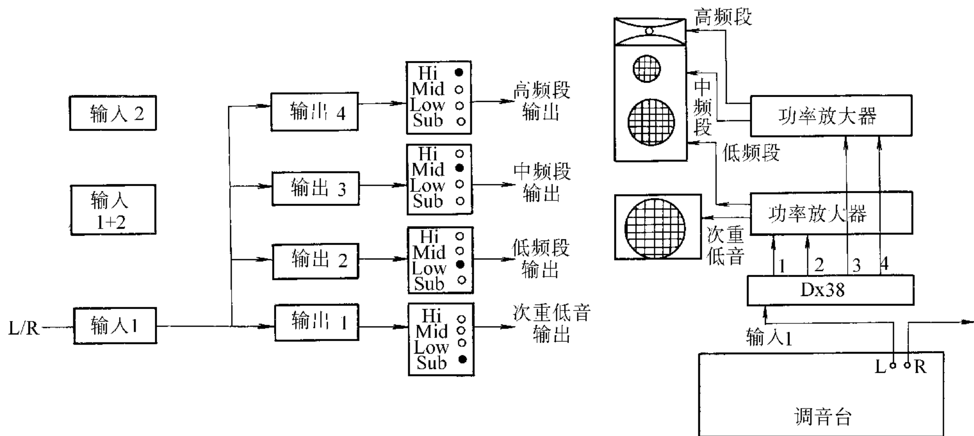


图 9-8　4 分频模式

从图 9-8 可知，左右两声道分别采用了 4 分频，分成高频段、中频段、低频段、次重低音输出，高频段、中频段输出（即输出 3 和输出 4）共用一台功率放大器，次重低音输出和低频段（即输出 1 和输出 2）共用一台功率放大器。采用两套这样的系统就可形成立体声放声。

（7）2 进 4 出模式如图 9-9 所示。

图 9-9 中左声道信号分成两路全频段输出，右声道信号也分成两路全频段

输出。

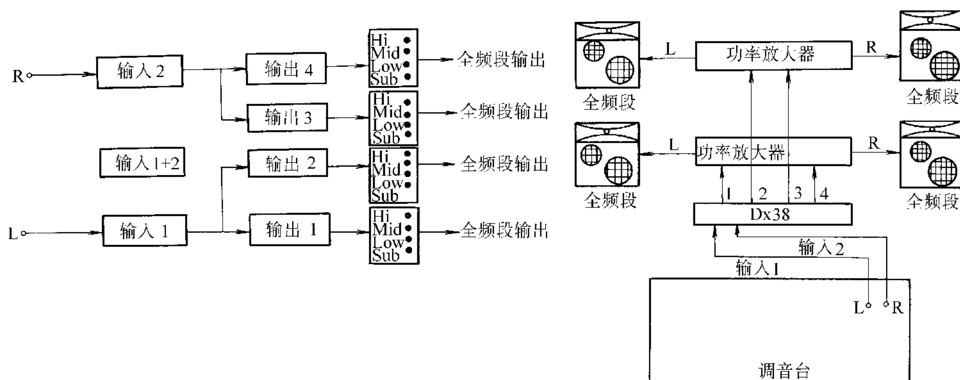


图 9-9　2 进 4 出模式

9.7　Dx38 型数码音响处理系统的多功能选择键具有哪些功能？

使用多功能选择键时能选取如下功能：

（1）液晶显示对比度调节。

（2）编辑模式选择。

（3）调节压缩阈或限制阈。

（4）输入电平表显示模式设定。

（5）编辑保护。

（6）设备温度调控设定。

（7）MIDI 通道设置。

（8）参数传输。

（9）RS232 接口向 MIDI 发送数据。

（10）界面接口。

（11）显示内部软件版本号。

第10章　音响智能控制

10.1　什么是媒体矩阵？

媒体矩阵是将硬件、软件、设备综合在一起的稳定、高效、功能强大的音频处理系统。它的内部包含着数百个音响设备、图形元素、测试工具及诊断工具。可以通过直观、简洁的界面，进行设计、制定和控制整个复杂的音响系统。实际上，它是一台标准的（工业控制式的）计算机音频处理系统，也可以说是一种集 DSP（数字信号处理系统）、网络传输、网络控制于一体的计算机系统。

10.2　媒体矩阵由哪几部分组成？

媒体矩阵由4个部分组成：主机部分、操作系统部分、数字处理部分和声音输入输出接口部分。媒体矩阵具有很强的扩展性，可以从基本的单装卸处理器扩展到大型多通道并行音频处理网络。

媒体矩阵的核心部分是 DPU（数字处理器），每块 DPU 包含有4片高性能的 Motorola 56002 DSP 处理器，其处理方法采用 V－stac 处理法，这种方法比其他 DSP 产品处理法的效率高出两倍。这些 DPU 可以完成许多传统模拟设备的功能，例如调音台、配线架、压缩器、延迟器、均衡器、分频器、噪声门、扩展器、混响器、电平表、信号发生器等的功能，而且每种设备的数量可以不受限制，只要 DSP 有足够的空间，需要多少都可以模拟出来。

操作系统软件是 Mware，这是一种32位的4合1Windows 应用程序，其中包括高级 DSP 编程语言、系统设计软件、系统控制/网络控制软件以及 DSP 测试软件。Mware 带有数百种音频设备可供选用。如果找不到所需要的设备，可以运用媒体矩阵的基本设备。它给设计者与 DPU 硬件之间提供了一个无缝的操作界面。设计菜单非常丰富，从最简单的开关到复杂的反馈衰减运算、混音、路由（Routing）都变得容易实现。

输入输出端口（AudioI/O Breakout）有如下几种：

（1）Analog Audio I/O （音频模拟输入/输出端口）。

（2）AES/EBU Digital Audio I/O （声音工程协会/欧广联的数字音频输入/输出端口）。

（3）Cobranet Ethernet Audio I/O （音频以太网输入/输出端口）。

（4）TCP/IP Control （传输控制协议/网际协议控制）。

（5）Logic Output Ports （逻辑输出端口）。

（6）Com Ports Control （串行通信端口控制）。
（7）Control Voltage（CV）Input Ports （压控输入端口）。
（8）Telnet （远程通信网）。

10.3　媒体矩阵有哪些操作模式?

媒体矩阵有如下 4 种操作模式：
（1）编辑模式：设计或编辑有关功能的全部指令。
（2）布局模式：从设备菜单中选取需要的音响设备，放置在屏幕上。
（3）连线模式：将各设备连接起来，而且一次能连接多个通道或多台设备。
（4）控制模式：通过按钮、旋钮或推拉杆控制电平和信号通道。
以按布局模式操作为例：
用鼠标点击设备（Device）菜单，显示屏上出现：

Again（再复制）
Ampware [TM]（有商标放大器）
Automatic Mixer（自动混音器）
Crossover（电子分频器）
Delay（延迟器）
Diagnostics（诊断器）
Distribution Amp（分布放大器） ▶
Dynamics（动态处理器） ▶
Equalizer（均衡器） ▶
Input/Output（输入/输出端口） ▶
Level（电平调节） ▶
Meter（表头显示） ▶
Miscellaneous（杂项） ▶
Mixer（调音台） ▶
New（新设备） ▶
Preset（预置） ▶
Processor（处理器） ▶
Room Link（室内连接） ▶
Router（路由器） ▶
Test（测试） ▶
Libraries（设备库） ▶

1 Inputt Gap Ambient Level Sensor
2 Input Gap Ambient Level Sensor
3 Input Gap Ambient Level Sensor
4 Input Gap Ambient Level Sensor
5 Input Gap Ambient Level Sensor
（输入口周围电平检测器）
AGC（自动增益控制） ▶
AGC Stereo（立体声自动增益控制） ▶
AGC W/Side Chain（有边链的自控） ▶
Compressor（压缩器） ▶
Compressor Stereo（立体声压缩器） ▶
Compressor W/Side Chain（有边链压缩器） ▶
Ducker（消声器） ▶
Ducker Dual Side Chain（双路边链消声器） ▶
Expander（扩展器） ▶
Expander Stereo（立体声扩展器） ▶
Expander W/Side Chain（带边链扩展器） ▶
Gate（噪声门） ▶
Gate Stereo（立体声噪声门） ▶
Gate W/Side Chain（带边链的噪声门） ▶
Limiter（限制器） ▶
Limiter Stereo（立体声限制器） ▶
Limiter W/Side Chain（带边链的限制器） ▶

Deluxe
Standard

10.4　X—Frame 88 媒体矩阵的基本连接是怎样的?

X—Frame 88 媒体矩阵的基本连接如图 10-1 所示。

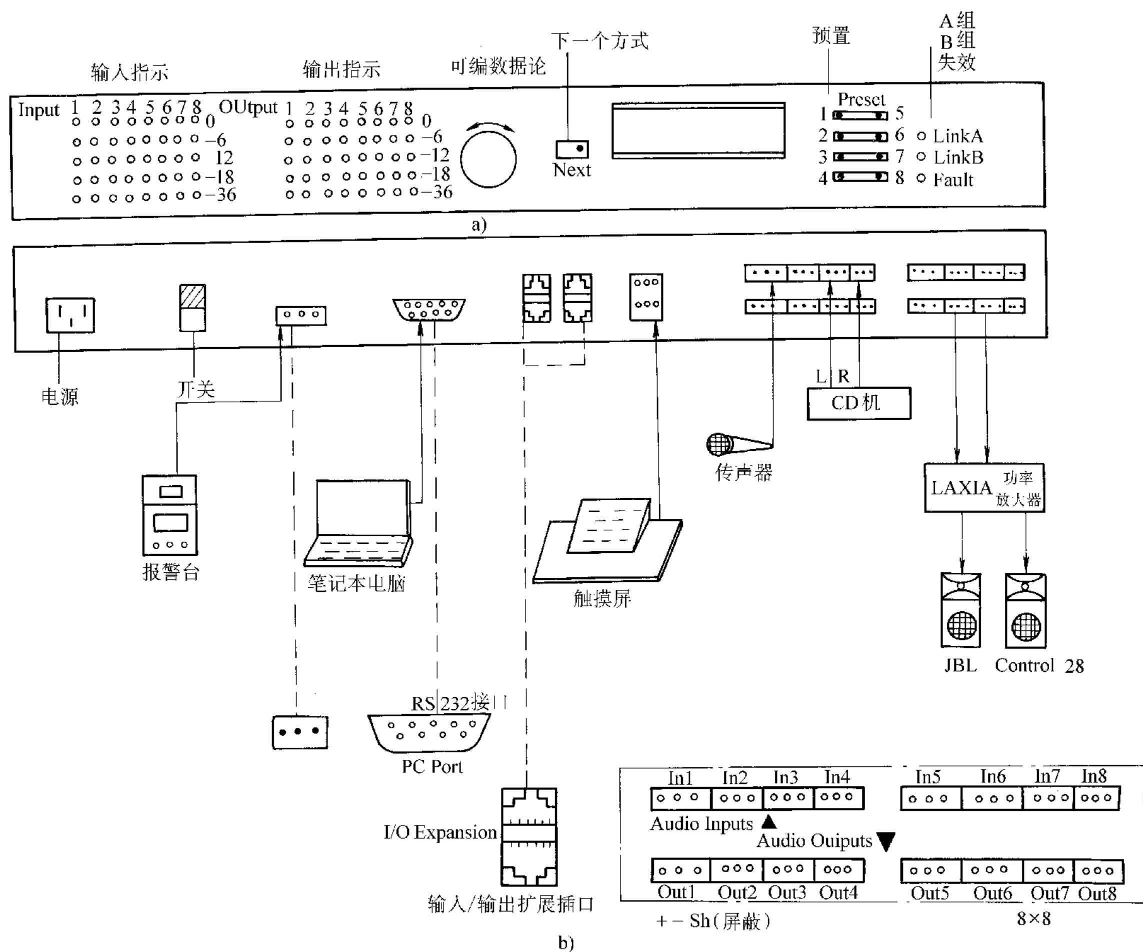


图 10-1 X－Frame 88 媒体矩阵的基本连接

a）面板 b）后盖板

10.5　X—Frame 88 媒体矩阵是怎么进行扩展连接的?

（1）两台 X—Frame 88 媒体矩阵并联，做 16×16 扩展，利用每台的输入/输出扩展接口，将第 1 台的 R×A 接口与第 2 台的 T×A 接口相连，将第 1 台的 R×B 接口与第 2 台的 T×B 相连，如图 10-2 所示。

（2）一台 X—Frame 88 媒体矩阵与两台 MM—8802 扩展盒连接，进行 24×24 的扩展，如图 10-3 所示。

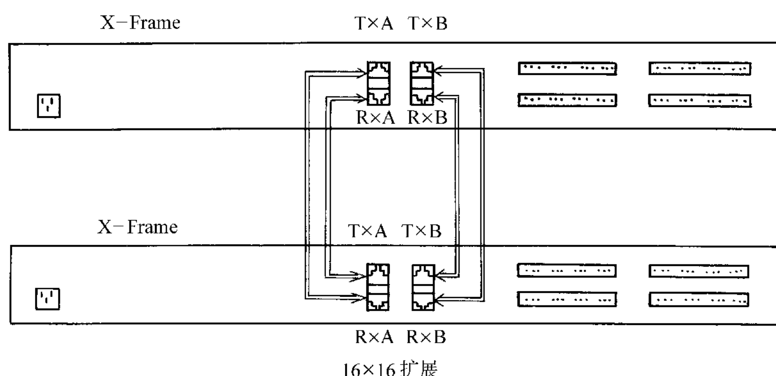


图 10-2　X—Frame 88 媒体矩阵作 16×16 扩展

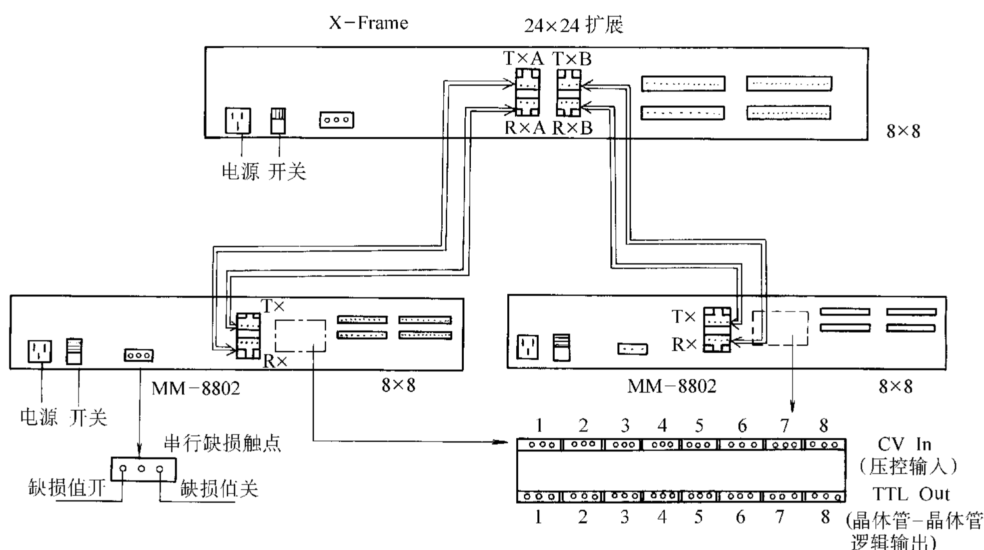


图 10-3　X—Frame 88 媒体矩阵与 MM—8802 扩展盒的扩展连接

10.6 X—Frame 88 媒体矩阵的用户图形界面是怎样的?

设计方案是：输入 4 路声音信号，每路上装有 4 只噪声门、4 台 3 段均衡器、16×8 调音台、2 台立体声压缩器、2 台立体声 1/3 倍频程图表均衡器、2 台 2 分频电子分频器、输出的其中 2 路（低频段）加入延迟，2 路不加延迟，共 4 路分别送出（送给 2 台功率放大器，2 台低音音箱、2 台中音/高音音箱）。

它的用户图形界面如图 10-4 所示。

10.7 X—Frame 88 媒体矩阵都有哪些特性?

（1）8 个模拟信号输入/输出。

（2）24bit 量化。

（3）可用软件设置采样频率，有 32kHz、44.1kHz、48kHz。

（4）出现错误时有报警，前面板上有 LCD 显示。

（5）有 4 块 Motorola 56002 DSP 处理器。

（6）每秒 160M 条指令。

（7）可使用 CAT5（计算机辅助设计）或 BoB 扩展盒扩展更多的输入/输出接口。

（8）可进行所有端口设置，可用软件调整。

（9）有 8 个可编预置面板开关。

（10）有 8 个可编电平控制数据轮。

（11）可通过 RS485 接口或 X－NET 进行编程控制。

（12）通过软件设置输入输出量。

（13）32 位 X－Ware 应用软件。

（14）具有用于计算机连接的 RS232 接口。

10.8 MM—8802 扩展盒（Breakout Box）都有哪些特点?

（1）有扩充输入/输出端口，而且为媒体矩阵提供外部控制功能。

（2）有 8 个线路/传声器模拟输入。

（3）有 8 个线路模拟输出。

（4）24bit 量化。

（5）可通过软件设置采用频率，频率有 32kHz、44.1kHz、48kHz。

（6）有 8 个 0～10V 控制电压输入。

（7）有 8 个 5VTTL（晶体管－晶体管逻辑电路）输出。

（8）通过面板 LCD 显示，后盖板可接入报警设备。

（9）可通过软件选择输入灵敏度，作输入驱动。

（10）采用 CAT5 或标准 BoB 电缆。

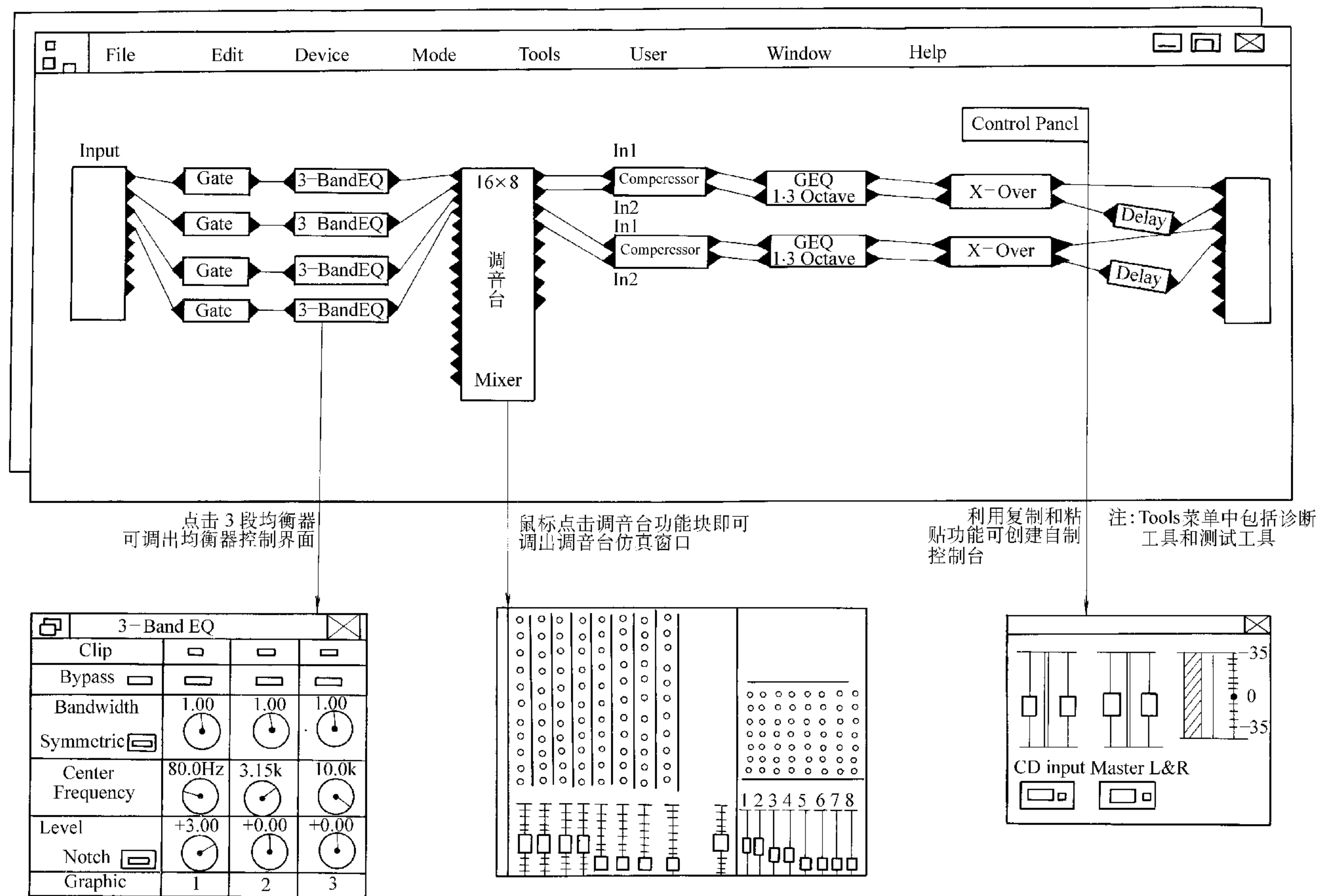


图 10-4　X – Frame 88 媒体矩阵用户图形界面

（11）单机架配置。

10.9 什么是路由器？它起什么作用？

在数字处理设备之间或网桥间常出现一种叫路由器（Router）的设备，路由器（Router）是一种网间连接设备，是不同通信协议的网络之间的连接设备（或叫转换装置)，它也可以用在相同协议的网络之间，是一种能读取每个信息包中的地址并决定如何传送的网络智能设备。

第 11 章　人耳的听觉特性

11.1　人耳对声音频率的听觉范围是多少？

声音是一种波，所以又叫声波，人耳能感受到的声波频率范围经过大量试验，普遍认为是 20Hz～20kHz，频率超过 20kHz 的波称超声波，人耳不会感觉到。频率低于 20Hz 的波，人耳也感觉不到，称其为次声波。

11.2　人耳有怎样的特性？

人耳具有复杂的奇异特性，它既是放大器，又是压缩器和限制器，同时也是分析器、定位器、掩蔽器以及甄别器等。由于其具有诸多特性，所以人耳的听感丰富多彩，能产生出各种效应。

11.3　什么是听感闻阈？什么是听感痛阈？

人耳刚好能听见声音时的声压级叫听感闻阈，或简称闻阈。闻阈与声音频率有关，在 500Hz～1kHz 之间。2kHz 附近的声压级接近 0dB，频率到达 5kHz 以上时闻阈急剧上升，频率在 20kHz 附近时陡峭上升，如图 11-1 所示。人耳听声音时所能承受的最大声压级叫痛阈，超过此阈，人耳会疼痛难忍，再大则会引起耳膜破裂，造成永久性耳聋。从图 11-1 中可见，痛阈区在 2～8kHz 范围内有所下降，声压级为 115dB 时人耳已经产生疼痛感，500Hz 以下痛阈提高至 125dB。

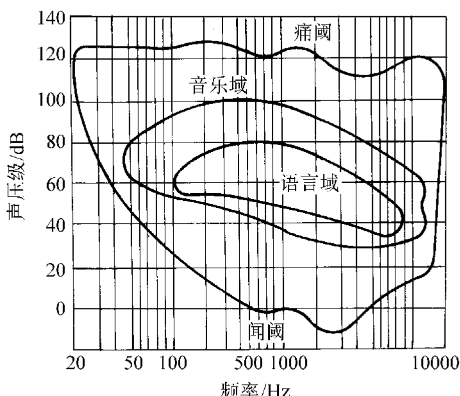


图 11-1　人耳听音的声压级范围

11.4　人耳对声音最基本的心理感受是什么？与这些感受相对应的物理特性是什么？

人耳对声音最基本的心理感受是响度、音高、音色和音品，其实这些是音质要素，与这些音质要素相对应的物理特性是声波振幅、频率、声频谱以及各频率成分强度分布比例特性（包络线）。

11.5 什么是响度？什么是响度级？等响特性是什么意思？

响度是人耳对声音强弱的主观感受，其定义是 1kHz 的纯音、声压级为 40dB 时的响度叫 1sone（宋）。响度的相对量为响度级，响度级常指某响度与基准响度相比较而言，单位为 phon（方），1kHz 纯音的声压级为 0dB，响度级定为 0phon，声压级 40dB 定为 40phon，其他频率的声音响度与 1kHz 纯音响度相同，则把 1kHz 的响度级当作该频率的响度级。把不同频率、相同响度级的点连成的曲线称为等响曲线或叫等响特性，如图 11-2 所示。

从图 11-2 中可见，1kHz 纯音的声压级等于其响度级，而其他频率的声压级都不等于自己的响度级。

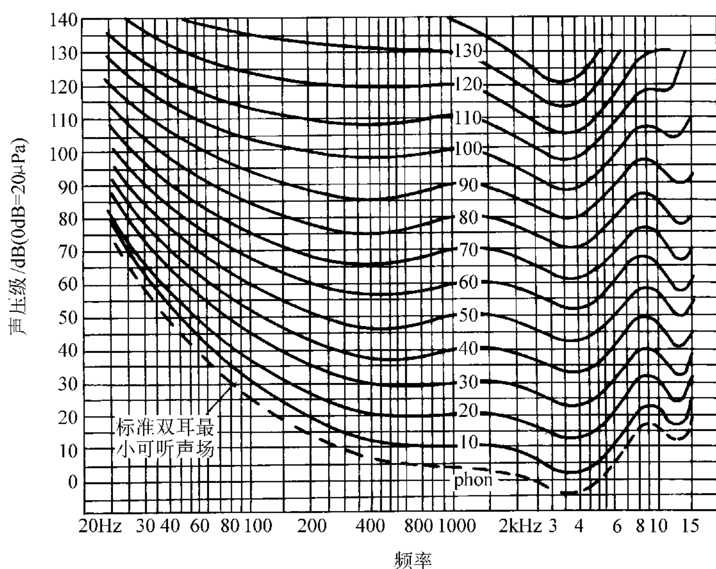


图 11-2 人耳听觉的等响曲线

11.6 什么是音值？它在音乐中起什么作用？

音值指音的长短，或称音长。它由振动持续时间的长短决定，它与声音的强弱有规律的组合，构成音乐的节奏，人们把音的长短关系及特定的强弱关系总称为节奏。节奏是音乐旋律的骨架，它是音乐的重要组成部分。

11.7 什么是人耳的掩蔽效应？怎样表示掩蔽量？

当人们同时听两个声音时，人耳对一个声音所感受的闻阈会因为另一个声音的干扰，而使该声音的听觉闻阈提高，这种现象称人耳的掩蔽效应。人耳的掩蔽效应在降噪系统中经常用到，例如运用在动态非互补式和动态互补式降噪系统中等。

假定人耳对声音 A 的听觉闻阈为 50dB，若同时又听见声音 B，结果会因为声音 B 的出现，使人耳对声音 A 的听觉闻阈提高到 64dB，即比原阈值提高 14dB，此时将声音 B 称为掩蔽声，将声音 A 称为被掩蔽声，14dB 称为掩蔽量，即听觉闻阈提高值（dB）减去原听觉闻阈值（dB）等于掩蔽量。

11.8　掩蔽效应与声音频率有何关系?

一个纯音引起的掩蔽效应决定于它的强度和频率，低频声能有效地掩蔽高频声，而高频声对低频声的掩蔽作用却不是很大。用窄带噪声进行的掩蔽效应实验表明，最大掩蔽量出现在掩蔽声频率附近，掩蔽量随掩蔽声的增强而加大。

11.9　有哪几种掩蔽形式? 哪种掩蔽效果明显?

被掩蔽声与掩蔽声同时出现，所产生的掩蔽称为同时掩蔽。被掩蔽声在前，掩蔽声在后称为后掩蔽。若掩蔽声在前，被掩蔽声在后称为前掩蔽。在实践中，后掩蔽现象较常见，并显得更重要，例如室内混响声对直达声产生的掩蔽便属于后掩蔽。被掩蔽声在时间上越接近于掩蔽声，听觉闻阈提高越多，一般后掩蔽的作用大于前掩蔽，同时掩蔽的效果大于后掩蔽和前掩蔽的掩蔽效果。

11.10　什么是人耳的双耳定位效应? 它对立体声听音起什么作用?

人们用双耳听音比单耳听音灵敏度高、闻阈低、抗干扰力强，并能定位声源的空间方位，其原因是两耳相距几厘米，在接收声源传送声波时存在强度差和时间差。一般而言，高频声（1kHz 以上）的定位依赖于其在人的头部产生绕射，两耳接收声波存在声强差，通过人脑听觉神经感知，分析和判断出声源方位。而对于低频声的定位则依赖于双耳接收声时存在相位差或时间差。如果人耳作声源定位时，头部左右移动，则定位的准确度会进一步提高。双耳定位效应在人的正前方或正后方的上下位置的定位准确度较差，尤其在对称轴上的位置存在一些盲点。当我们聆听播放的音乐、观看影视画面时，感觉到立体声更真实、更动听、更感人，主要是人的双耳通过双耳定位效应能感受各个声源来自不同的空间位置，产生身临其境的感觉。所以，人耳的双耳定位效应是立体声听音的重要条件，当然声源必须通过双声道以上的音箱播放声音，形成声源有一定的空间分布图像，这样才能构成立体声听音。

11.11　什么是人耳的耳廓效应?

耳廓效应也称单耳效应，是指人的单只耳朵由于耳廓各个部位反射不同方位的声波有 μs 级的时间差，给听音者带来方位信息。水平面入射的声波和以各种不同仰角入射的声波在耳廓不同部位反射，反射声波叠加，形成的离散频谱形状

各异，以此判断其声源方位，尤其4kHz以上的高频声波在耳廓各部位反射波之间会出现同相相加，反相相减，甚至出现干涉现象，起梳状滤波作用，产生出不同的离散频谱形状，使听觉系统能感知这些差别，判断出方位。

11.12 人耳有怎样的辨别（能力）特性？

从表11-1可以清楚地说明：

表11-1 人耳的辨别力及特性指标

辨别力	特性指标
声压级辨别力	声压级50dB可分辨1dB，40dB以下可分辨3dB，与频率关系不大
频率辨别力	1kHz以下可分辨3Hz，1kHz以上能分辨0.3%的频率变化
方位辨别力	水平正前方为3°
时差辨别力	50ms
高频范围变窄上限	有50%的听众能感觉到8.5kHz的频率
低频范围变窄下限	有30%的听众能感觉到100kHz的频率
整个频率范围变窄	有30%～35%的听众能感觉到50Hz～10kHz的频率
频率平衡感觉	$f_{高} \times f_{低} = 500\text{kHz}$
峰谷点的频率失真	有50%的听众能感觉到5dB峰谷失真
失真辨别力	纯音时为0.5%，音乐为2%

11.13 什么是哈斯效应？

两个同样的声音分布在水平面上，先后到达听音者耳朵，听觉感受可能有3种情况：

（1）若一个声音比另一个声音先到达3～30ms，会感觉到其是一个延长了的声音，它来自先到达的那个声音的方向，迟到的声音好像并不存在。即使后到的声音的声压级提高10dB，仍然是这种感觉。

（2）如果两个先后到达的声音有30～50ms的时间差，听音者便会感觉到存在两个声音，但声音的方向仍然决定于先到达的那个声音的方向。

（3）若两个声音先后到达的时间差等于或超过50ms，人耳能清楚地区分两个声音来自不同的方位，这就是哈斯效应。

哈斯效应在室内或室外扩声、布置声场时都应该仔细考虑的一种效应。在双声道立体放声中应用了哈斯效应，才能使听音者感受到声源的左右分布。作为声源的音箱间分布距离超过17m（分布距离=340m/s×50ms），便会产生声音重叠，使听音者无法听清声音。

11.14 什么是德波埃效应?

两只相同的扬声器对称地分布在听音者的正前方，如图 11-3a 所示，如果送给两只扬声器的声音信号的功率相同，两只扬声器辐射的声强级差 $\Delta I=0$，到达听音者耳朵的时间差 $\Delta T=0$，则听音者感觉到声音只有一个，来自正前方的对称轴上，人耳不能区分出两个声源。如果增加两只扬声器的辐射声强级差 ΔI，则声源方位（声像）向声音响的那只扬声器偏移，其偏移量大小与声强级差 ΔI 有关。当 $\Delta I>15\text{dB}$ 时，听音者会感觉到声音来自声强级大的那只扬声器。如果两只扬声器的声强差 $\Delta I=0$，但两只扬声器辐射声音有一些时间差，这时听音者感觉到声像向先到达的那只扬声器方向偏移。当时间差 $\Delta T>3\text{ms}$ 时，声音（声像）好像完全来自声音先到达的那只扬声器。实验表明，声强级差 ΔI 与时间差 ΔT 所引起的效果是类似的，其间可以相互补偿，并且在 $\Delta I=15\text{dB}$ 以下、$\Delta T=3\text{ms}$ 以内时它们之间呈线性关系，每 5dB 的声强级差引起的声像偏移相当于两声音引起的时间差 $\Delta T=1\text{ms}$ 的效果，具体如图 11-3 所示，这便是德波埃效应。这种效应说明了人耳同时听多个声源发声的方位感的有限性，也是立体声放声所要利用的效应。

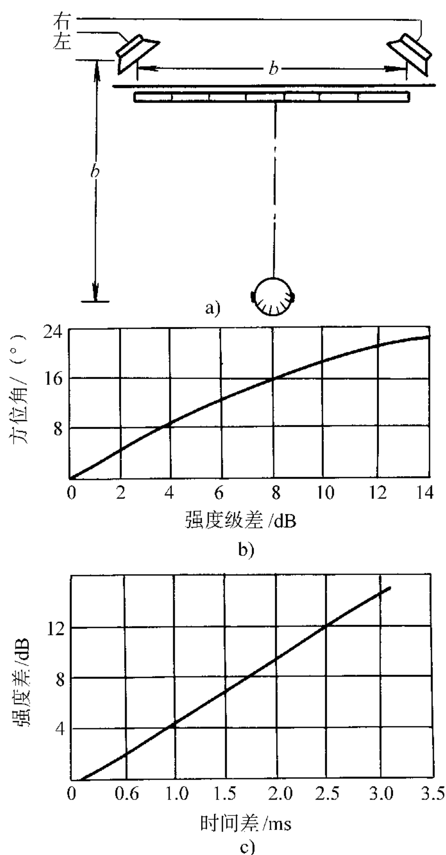


图 11-3 德波埃效应的实验及有关结果

11.15 什么是赝立体声效应?

赝立体声效应是一种假立体感声音效应，是心理声学效应中的一种。若将延迟的声音信号以同相方式叠加在直达的声音信号上，用耳机听这种叠加的声音效果，听感上只是觉得有些混响存在，放声没有明显变化。但是，若将延迟的声音信号以反相方式与直达的声音信号叠加，立即会产生出一种明显的空间印象，仿佛声音来自四面八方，听音者仿佛置身于声音包围的环境中，如果是音乐声，则听音者仿佛是置身于乐队之中。这种现象可以解释为延迟的声音信号来自各个反射面，通过反射倒相 180°，以不同频率、不同方向、不同物体反射面形式反射

声音，并且叠加在直达的声音信号上，形成主观的立体声印象。

11.16　人耳对谐波失真有怎样的主观感觉？

谐波失真指扩声系统放声除放出原有声音成分之外，还产生出一些新的成分，这些新的频率成分通常以 2 倍、3 倍或多倍于原来频率成分的方式叠加在原来的声音信号中，这些多次谐波的总和称为总谐波失真，用英文缩写 THD 表示。由于谐波失真，原声中出现了新的谐波，造成听感异样。在实践中，THD 总量值与主观感受的失真往往不一致，甚至有相反的情况，这可能与失真的频谱有关。但一般而言，人耳对 2 ~6 倍于原频率（即 2 ~6 次）的谐波失真在 2% 范围之内感觉并不明显，这种失真被称为软失真。人耳对于 7 次以上的高次谐波失真比较敏感，哪怕仅有 0.2% 的失真都能感觉到，这被称为硬失真。硬软失真仅适用于区分中低音范围。

11.17　什么是语音清晰度？室内混响对语音清晰度有什么影响？

语音清晰度是指人耳分辨语音的程度，它往往受掩蔽声的影响。其定义为

$$语音清晰度 = \frac{听众正确听清的语言单位数}{测量用全部语言单位数} \times 100\%$$

人们在室内谈话时，由于存在反射声，会形成主观听感上的混响，这种混响声叠加在直达声上，对语音清晰度造成影响，语音清晰度与混响时间 T_{60} 的关系如图 11-4 所示。

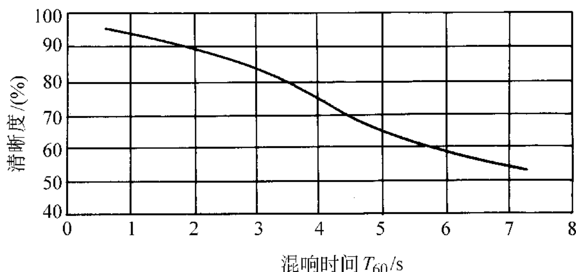


图 11-4　语音清晰度与混响时间 T_{60} 的关系

图 11-4 中表明，混响时间越短，语音清晰度越高，但是混响时间 T_{60} 在 1.0s 以下时，混响对语音清晰度的影响便不大了。

11.18　人耳听音的空间感是怎样形成的？

在室内听音时由于反射声来自各个方向，人们的听觉不能分辨出这些反射声的方向，只形成一种声音空间包围感，或叫空间感。这种感受的强弱跟切向早期反射声能与直达声能的比值相关，比值越大，空间感越强，同时也与声音总强度密切相关。如果室内用单个扬声器重放带有混响的声音，不论所加的混响时间是长是短，仍然构不成空间感。若多只扬声器分开放置，给每只扬声器送入相同的声音信号，也只能形成所谓虚假声源的感觉，所有声音似乎来自一个假想的声

源，并且有一定位置，在听感上比单只扬声器发声要宽些，并无空间感受。双声道立体声放声亦不能给出空间感，因为声源到达的视在方向仅限于两只扬声器之间的区域内，切向反射声强度很弱，难以构成空间感。

11.19　噪声对人耳听觉会产生什么影响？

噪声早已经被人们当作环境污染，它的存在会给人们的工作、生活和健康带来危害，是众所周知的。听觉器官处于强噪声级中，会引起暂时性的听觉闻阈偏移现象，使听力迟钝，产生听觉疲劳。这是暂时性生理现象，内耳听觉并未受到损伤，经过休息可以恢复。但是，听觉器官如果长期暴露在强噪声级中或经常置身于强噪声级中，听觉疲劳难以恢复，内耳听觉器官产生病变，暂时性听力偏移成为永久性听力偏移，听力损失，造成耳聋。实践表明，高频噪声引发的危害比低频噪声引发的危害更大更深。

11.20　什么是听觉停留效应？

人的听觉有类似于视觉上的停留效应，电影中每秒 24 幅画面，由于视觉停留，看到画面里的人物动作是连续的。同样，听觉也有积累和衰变过程。一个短促的脉冲声，若强度不变，但是其长度适当延长，例如由 1ms 变为 2ms，听起来脉冲声不是拖长，而是响度增加了，这就是听觉停留效应。当时间延长至 100 多毫秒时，会觉得声强并未发生变化。

第 12 章　环 境 声 学

12.1　扩声的声音音质受哪些重要因素影响？

扩声的声音音质受两大因素的影响：一是扩声设备，要搭配合理，电气技术指标档次相近，若技术指标有高有低，其结果会向低指标靠拢，这是显而易见的。二是放声环境，实践告诉我们，即使扩声设备顶级配置，但扩声环境太差，反射声很强或环境高度低于 2.5m，则很难获得良好的扩声音质。反之，若扩声设备搭配合理，即使设备档次略低，但放声环境甚好，亦有可能获得较好的音质。

12.2　什么是波？自然界中的波分为哪几类？它们是如何传播的？

振动的传播称为波，自然界中的波分为两类，一种是机械波，另一种是电磁波。前者靠机械振动，将振动能通过介质（物体）传播出去。也就是说，机械波的传播需要两个条件，即振源的振动和传播的介质。后者只靠电磁振荡便能传播电磁波，不需要传播介质，所以在真空中也能传播电磁波。

12.3　机械波分为哪几种？声波是其中的哪一种？

机械波分为两种：一种是横波，机械振动方向与波的传播方向相垂直。另一种为纵波，机械振动方向与波的传播方向相平行。声波是机械波中的纵波。

12.4　什么是声波波阵面？什么是声波波线？两者有什么关系？

声波波阵面是指在声波的传播过程中，某一时刻同相位质点所构成的面。若构成的面是球面，叫球面波；若构成的面为平面，则叫平面波。声波波线是指声波的传播方向，在均匀介质中，声波波线总是与波阵面相垂直的。

12.5　声速 v 、声频率 f、声波波长 λ 的含义是什么？其间存在怎样的关系？

（1）声速 v 是在声线上单位时间里声波传播的路程，其单位为 m/s（米/秒）。在不同的介质中声速不一样，它与介质密度等有关，在空气中声速约 340m/s，这个量值还和空气温度有关。

（2）声频率 f 是在声线上某点单位时间里传播波的个数，其单位为 Hz（赫兹）。声频率在数值上等于声源的振动频率，但两者之间存在概念上的差异。

（3）声波波长 λ 是在声线上传播一个完整波的距离，其单位为 m（米）。声

波波长与声波振幅大小无关。

声速 v、声频率 f、声波波长 λ 的关系是

$$v = \lambda f$$

12.6　声波周期 T 的含义是什么？它与声频率 f 有何关系？

声波的周期 T 是在声线上某点传播一个完整波所需要的时间，其单位为 s（秒）。声波周期 T 与声频率 f 的关系是

$$T = 1/f$$

12.7　什么是声波波动方程？它是怎样表示的？

描述声波在空间传播的数学表达式，称为声波波动方程。其表示为

$$y = A\cos(\omega t - 2\pi r/\lambda + \varphi)$$

式中，y 为空间某点的振动位移；A 为该点的振幅；ω 为声波角频率，$\omega = 2\pi f$；t 为声源的振动时间；r 为该点与声源的距离；λ 为声波波长；φ 为声源振动的初始相位角。

从声波的波动方程可以看出，它本身是振动方程，但在相位角中包含着空间因子 r，其反映了声源振动带动空间质点跟着振动的情况，这就是波动。从声波波动方程出发，利用动能、弹性势能、容变弹性模量定义及其与声速的关系等有关概念，可以推导出声强及声压的表达式，由此可引出一些有用的结果。

12.8　什么是声强？它与声波振幅 A、声波角频率 ω、空气密度 ρ、声速 v 有怎样的关系？

声强 I 是在声线上垂直声线单位面积上在单位时间里所通过的声波能量，单位为 W/m^2（瓦/平方米）。声强 I 与声波振幅 A、声波角频率 ω、空气密度 ρ、声速 v 的关系是

$$I = \frac{1}{2}A^2\omega^2\rho v$$

12.9　什么是声压？什么是最大声压？它与声波振幅 A、声波角频率 ω、空气密度 ρ、声速 v 有怎样的关系？

声压 P 是在声线上垂直声线单位面积所受声波的作用力，单位为 μbar（微巴）。

最大声压 P_m 是在声线上垂直声线单位面积所受声波的最大作用力，其与声波振幅 A、声波角频率 ω、空气密度 ρ、声速 v 的关系是

$$P = P_m/\sqrt{2}$$

$$P_m = A\omega\rho v$$

12.10　声强 *I* 与声压 *P* 有怎样的关系？

从声强 I 和声压 P 与声波振幅 A、声波角频率 ω、空气密度 ρ、声速 v 的关系中可知声强与声压的二次方成正比。

$$I = P^2/\rho v$$

12.11　什么是声压级？什么是声强级？两者有什么关系？

声压级（SPL）的定义是：测量的声压 P 与标准声压 P_0 之比的对数（10 为底对数）乘以 20，用 dB（分贝）表示。通常以人耳刚好能听见的声压 0.0002μbar（微巴）作为 P_0。

声强级（IL）的定义是：测量的声强 I 与标准声强 I_0 之比的对数（10 为底对数）乘以 10，用 dB（分贝）表示。通常以人耳刚好能听见的声强 10^{-12}W/m^2 作为标准声强 I_0。

根据上述定义，利用声强与声压的关系，便可以得到

$$\text{声强级(IL)} = 10\lg(I/I_0) = 10\lg(p^2/p_0^2) = 20\lg(p/p_0) = \text{声压级(SPL)}$$

从上式中可知在数值上声强级等于声压级，两者均为相对值。

12.12　声波有哪些基本规律？

声波作为一种波，遵从波的一些基本规律，其中有声波反射定律、声波折射定律、声波叠加原理、声波干涉现象、声波驻波的形成、声波的绕射现象、声波的吸收、声强的平方反比定律等。除声波的折射定律外，其他几种规律在扩声中常常会遇到。了解和运用这些规律，对解决扩声中存在的问题极为重要。

12.13　什么是声波反射定律？它在室内环境扩声方面怎样运用？

声波在空气介质中传播，若碰到另一介质（比如墙面），则会在这种介质表面产生反射，其反射情况遵从反射定律，反射定律是：入射声线、反射声线、法线（在入射点作垂直该表面的垂直线）在同一平面上；入射声线、反射声线分居法线的两侧；入射角（入射声线与法线的夹角）等于反射角（反射声线与法线的夹角）。根据声波反射定律，在室内扩声时，如果天花板或墙面为凹面，会产生声聚焦现象，使声场（声强）分布不均匀，在聚焦点附近放置传声器最容易出现声反馈，引起啸叫声，如图 12-1a 所示。如果天花板或墙面形成凸面，则会将反射声扩散开来，使室内声场分布趋于均匀，有利于室内各座位上的听音要求，如图 12-1b 所示。许多大型演播室、剧场的墙面分隔成一些柱形面，天花板做成拱形面，都是为了扩散反射声，以获得均匀的声场。

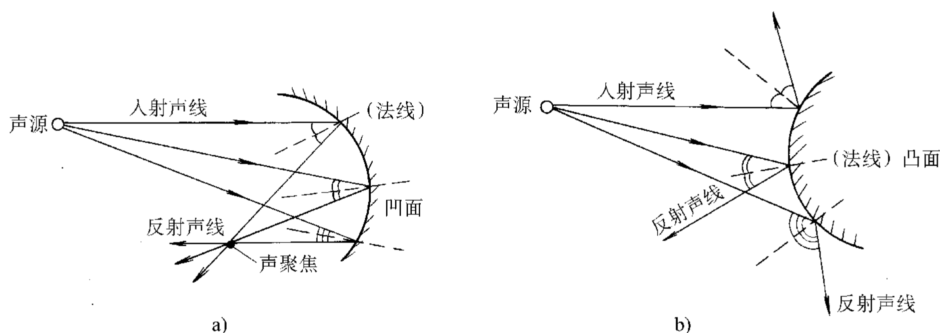


图 12-1　声波在凹凸表面的反射

室内反射声来自 3 个方面：

（1）早期反射声：经过天花板、地板或墙面的一次反射，进入人耳的反射声。这种反射声有利于声音的加厚增实，有时将早期反射声称为轴向反射声。

（2）早中期反射声：来自同一平面的经过两次以上的反射，然后进入人耳的反射声。它在幅度上比早期反射声小，高频成分丢失更多，声音不清楚。有时将早中期反射声称为切向反射声。

（3）后期反射声：来自四面八方的经过多次反射最后才进入人耳的反射声。它在幅度上比早中期反射声更小，中高频、中频成分丢失多，声音更不清楚。有时将后期反射声称为倾斜向反射声。

由于早期反射声、早中期反射声和后期反射声彼此之间的时间间隔以及直达声与早期反射声之间的时间间隔小于人耳的时间分辨率 50ms，人耳不能区分，这就构成了室内混响，如图 12-2 所示。

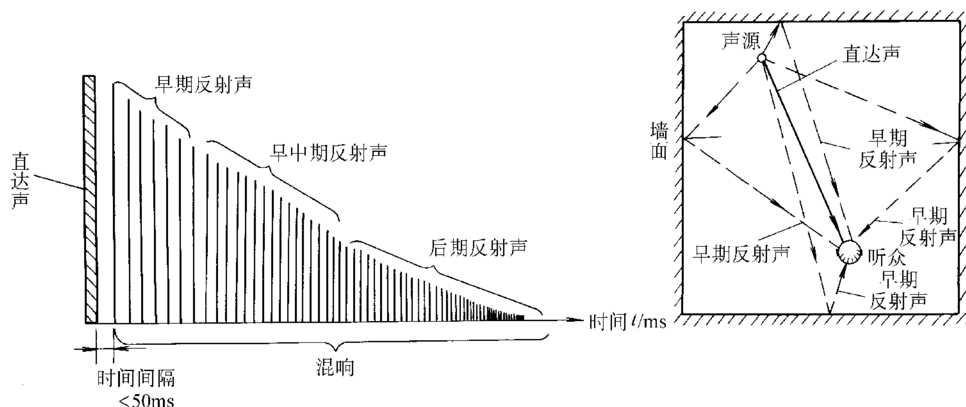


图 12-2　室内混响的形成

混响的强弱以及混响延续时间与室内四周的反射体的物理性质有关，描述混

响延续时间用混响时间 T_{60}表示，混响时间 T_{60}是指室内声音停止发声，声压级由原来的 0dB 下降至 -60dB 所需要的时间。如果房间反射声强，反射体吸收声能少，T_{60}便大。反之，T_{60}则小。对于不同的房间，有不同的自然混响时间。对于大房间、声扩散均匀的情况，可以利用经验公式——赛宾（Sabine）公式算出，赛宾公式是：

$$T_{60}=0.161V/S_{\mathrm{T}}\bar{a}$$

式中，V 为房间体积，单位为 m^3；S_{T} 为房间总表面积，单位为 m^2；$\bar{a}$ 为房间的平均吸声系数。

对于中小房间用赛宾公式算得结果与实际测量结果相差较大，此时宜用艾仑（Eyring）公式

$$T_{60}=0.161V/[-S_{\mathrm{T}}\ln(1-\bar{a})+4mV]$$

式中，ln 为自然对数；$4m$ 为空气吸声系数，其余符号含义与上述相同。

通常要求房间的 T_{60}要求小，否则无法听清室内讲话。在歌舞厅里也要求 T_{60}要小，否则无法用效果机给演唱进行润色。

如果室内反射声与直达声之间、反射声与反射声之间的时间间隔超过 50ms，人耳在听感上便出现回声感受，能清楚地分辨反射声，把这些反射声称为回声。回声的频谱结构以及衰减特性与周围反射体的性质密切相关。有回声的场所一般都是空间较大及声反射较强，反射面不规则可能使回声带有颤动感，即颤动回声。室内存在回声或颤动回声属于建声缺陷，必须尽量避免。

12.14　什么是声波的叠加原理？它有什么实际意义？

几个声源在同一介质中传播声波，对于空间某点的合成声波的振动等于各个声波在该点的分振动的代数和，每个声波对该点都作出自己的独立贡献，不会因为某一声波的存在而影响另一声波的物理特性（比如波长、频率等），这称为声波的叠加原理。声波叠加原理在我们日常生活中经常碰见，也经常运用，例如：欣赏交响乐的演奏，在听众席位上能同时听见各种乐器的演奏声，并且不会由于其他乐声的出现，使某种乐音的频率发生变化。人们在各种会议场合及公众场所各抒己见，不会互相影响，也是因为声波叠加原理在起作用，不会导致声音混乱不堪。

12.15　什么是声波干涉？它对扩声音质有什么影响？

两个声波在同一介质（例如在空气中）中传播，若振幅相同、频率相等、相位差为零或恒定，则在空间某些地方合成振幅最大，在空间某些地方合成振幅为零，这种现象被称为声波干涉。若两个扬声器放声满足上述条件，可能出现声波干涉，引起声染色，给美妙动听、多姿多彩的音乐加上了斑斑点点的噪声，尤

其在中频段影响很明显，因为大部分乐音能量集中在中频段和中低频段。在高频段不易察觉，在低频段可能有声场拓宽的感觉。

12.16 什么是声驻波？它对扩声音质有什么影响？

两列反向传播的声波在同一介质（例如在空气中）中传播，若振幅相同、频率相等、相位差为零或恒定，则在两声源的连线上有些地方合成振幅总是最大（称波腹），有些地方合成振幅总是为零（称波节），这种声波叫声驻波。在扩声环境下出现声驻波会引起严重的声染色。平行的墙面声反射很强，而且两墙面距离正好等于某声波波长的整数倍时，就会引起声驻波，当房间的长宽高之比是整数倍关系时，会产生严重的空间驻波，对扩声音质危害很大，这是建声的缺陷。

12.17 什么是声波的绕射现象？它与室内扩声有什么联系？

声波在传播过程中遇到障碍物时，会出现两种情况：若障碍物的尺寸与声波波长相近时，声波像没有遇到障碍物一样继续传播。若障碍物的尺寸比声波波长大很多时，声波则会在障碍物的边缘产生子波，子波的频率与原声波相同，但幅度较小，并且继续向障碍物的阴影区传播，这种现象叫声波绕射（衍射）现象。室内扩声，场地较大，听众座位平排水平放置，坐在后面各排的听众会听不见舞台音箱的直达声，只能听见前面排座上人头边传来的绕射声和天花板、墙面传来的反射声，声音既小又不清晰，这些区域叫声影区，这是建声的缺陷，扩声环境里的听音区应避免声影区的存在。

12.18 声波在传播过程中碰到另一介质时会被其吸收，怎样表示吸收？

声波在传播过程碰到另一介质，除在介质表面反射一部分声能外，另一部分声能被反射介质吸收，例如声波在空气中传播碰到墙壁，声能一部分被反射，另一部分被墙体吸收，用吸声系数 a 反映这种吸收状况，将它表示为

$$a = \text{被吸收声能}/\text{入射声能} = (\text{入射声能} - \text{反射声能})/\text{入射声能}$$

通常 $0 < a < 1$，a 接近 0 的材料为强反射材料，a 接近 1 的材料为强吸收材料。若 $a = 0$，则称全反射，若 $a = 1$，则称全吸收。在扩声环境里为了保证音质好，往往需要采用适当的吸声材料。实验表明，吸声材料吸声状况与采用的声波有关，即吸声系数 a 与声频率 f 有关，为了表示某材料的吸声系数，常用平均吸声系数 $\overline{a}$ 表示。

$$\overline{a} = (a_{125} + a_{250} + a_{500} + a_{1k} + a_{2k} + a_{4k})/6$$

12.19 室内环境里常用的吸声材料都有哪些？

室内环境里常用的吸声材料有以下几种：

（1）多孔性吸声材料：这种材料内部有大量的微小孔隙或空腔，彼此沟通，声波入射时引起其中空气分子振动，空气分子不断撞击材料分子，将部分声能转换成材料内能（热能）而被吸收。这类材料有矿棉、玻璃棉、泡沫塑料等，常用于中高频声波的吸收。

（2）纤织物挂帘：这种材料纤维交织，内存孔隙，声波作用在纤织物上时，一方面使纤维之间相互摩擦，一方面使空气分子不断撞击纤维，使部分声能变成纤织物热能而被吸收。这类材料有灯芯绒、平绒、布料等，可用于中高频声波的吸收。

（3）成形吸声板：这种材料是用矿棉、纤维棉加工成形板材，常用于天花板、墙面装饰，其吸声频段较宽、吸声系数中等，吸声原理兼有上述两点。

（4）薄板吸声材料：利用板材如：胶合板、石棉板、纤维板、薄木板等，与墙面龙骨组成空腔，声波作用于腔体形成共振，声能在空腔体内，使腔内空气分子不断撞击腔壁而发热，大部分声能被消耗，这适合低频段声波的吸收。

（5）穿孔板组合共振吸声：穿孔板（胶合板、石膏板及木板等）后贴微孔吸声材料，利用龙骨组合成大小不一的空腔，构成较宽范围的、中低频声波的吸收装置。

12.20 常用吸声材料的吸声系数 *a* 是怎样确定的？

常用的吸声材料种类很多，为简单起见，将主要的以表格方式列出，具体见表 12-1 ~ 表 12-5。因为吸声系数 a 与声频率有关，表中注明了相应频率下的 a 值。

表 12-1 多孔性吸声材料的各项参数

参数 材料	厚度/mm	密度/（kg/m^3）	各标称频率下的 a 值					
			125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
超细玻璃棉布面	50	30	0.18	0.30	0.58	0.87	0.82	0.79
超细玻璃棉布面	100	30	0.25	0.49	0.86	0.93	0.91	0.89
矿棉布面	50	250	0.15	0.46	0.55	0.61	0.80	0.85
矿棉布面	100	250	0.16	0.48	0.57	0.69	0.85	0.91
玻璃棉板	15	80	0.10	0.14	0.17	0.43	0.75	0.96
玻璃棉板	20	80	0.11	0.13	0.22	0.55	0.82	0.94
矿棉板	17	150	0.09	0.18	0.50	0.71	0.76	0.81
尿醛泡沫塑料	50	14	0.11	0.30	0.52	0.86	0.91	0.96
聚氨酯泡沫塑料	25	18	0.12	0.21	0.48	0.70	0.77	0.76
聚氨酯泡沫塑料	50	18	0.16	0.28	0.78	0.69	0.81	0.84

表 12-2　纤织物挂帘的各项参数

材料＼参数	空腔深度 /mm	打褶程度 /（%）	面密度 /（kg/m²）	各标称频率下的 a 值 125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
灯芯绒	100	未打褶	0.34	0.02	0.16	0.53	0.48	0.59	0.74
灯芯绒	100	100	0.67	0.05	0.25	0.80	0.84	0.84	0.62
平绒与红布相结合	100	未打褶	0.46	0.05	0.13	0.21	0.73	0.66	0.53
平绒与红布相结合	100	100	0.91	0.12	0.44	0.83	0.88	0.81	0.65
平绒与红布相结合	200	未打褶	0.46	0.10	0.40	0.51	0.56	0.55	0.67
彩绒呢	100	未打褶	0.38	0.04	0.11	0.46	0.66	0.75	1.00
棉布	100	50	0.50	0.07	0.31	0.49	0.81	0.66	0.54
丝绒	100	100	0.77	0.14	0.35	0.55	0.72	0.70	0.65
天鹅绒	100	100	1.55	0.50	0.63	0.67	0.70	0.64	0.37

表 12-3　成形吸声板的各项参数

材料	图案＼参数	厚度 /cm	后空 /cm	各标称频率下的 a 值 125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
矿棉吸声板	满天星图案	1.2	0	0.05	0.30	0.53	0.47	0.42	0.41
矿棉吸声板	满天星图案	1.2	5	0.38	0.58	0.44	0.38	0.43	0.54
矿棉吸声板	满天星图案	1.2	10	0.56	0.48	0.32	0.35	0.44	0.44
矿棉吸声板	排孔图案	1.2	0	0.07	0.26	0.47	0.42	0.36	0.28
矿棉吸声板	排孔图案	1.2	5	0.44	0.57	0.44	0.35	0.36	0.39
矿棉吸声板	排孔图案	1.2	10	0.55	0.53	0.38	0.33	0.40	0.37
矿棉吸声板	枫叶图案	1.2	0	0.15	0.30	0.41	0.32	0.31	0.29
矿棉吸声板	枫叶图案	1.2	5	0.47	0.52	0.34	0.29	0.29	0.39
矿棉吸声板	枫叶图案	1.2	10	0.53	0.46	0.27	0.29	0.38	0.43

表 12-4　薄板吸声材料的各项参数

薄板共振吸声结构＼参数	板厚 /mm	离墙距离 /mm	各标称频率下的 a 值 125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
三合板，龙骨间距 50cm×50cm	3	50	0.21	0.74	0.21	0.10	0.08	0.12
三合板，龙骨间距 50cm×50cm	3	100	0.51	0.38	0.18	0.05	0.04	0.08
三合板	3	30	0.14	0.34	0.26	0.17	0.09	0.11

（续）

参数 / 薄板共振吸声结构	板厚 /mm	离墙距离 /mm	各标称频率下的 *a* 值					
			125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
五合板龙骨间距 50cm × 45cm 板面上油	5	50	0. 11	0. 26	0. 15	0. 04	0. 05	0. 10
五合板龙骨间距 50cm × 45cm 板面上三道油	5	100	0. 20	0. 10	0. 13	0. 06	0. 06	0. 19
五合板龙骨间距 50cm × 45cm 板面上三道油	5	200	0. 61	0. 13	0. 10	0. 04	0. 06	0. 17
五合板龙骨间距 50cm × 45cm 板面上三道油	5	250	0. 35	0. 13	0. 12	0. 06	0. 06	0. 11
七合板龙骨间距 50cm × 45cm 板面上一道油	7	100	0. 52	0. 13	0. 09	0. 04	0. 04	0. 07
七合板龙骨间距 50cm × 45cm 板面上一道油	7	250	0. 37	0. 13	0. 10	0. 05	0. 05	0. 09

表 12-5 穿孔板组合共振吸声材料

参数 / 穿孔板组合结构	穿孔规格				各标称频率下的 *a* 值					
	板厚 /mm	孔径 /mm	孔距 /cm	离墙距离 /cm	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
五合板穿孔龙骨间距 50cm × 45cm 背贴布	5	5	5. 0	20. 0	0. 990	0. 314	0. 229	0. 140	0. 124	0. 244
五合板穿孔	5	5	4. 0	20. 0	0. 187	0. 467	0. 194	0. 196	0. 293	0. 705
石膏板穿孔，板后贴纸，浆上周边	6	8	2. 38	15. 0	0. 45	0. 50	0. 35	0. 37	0. 23	0. 31
石膏板穿孔，板后贴纸，浆上周边	6	8	2. 38	30. 0	0. 66	0. 57	0. 30	0. 32	0. 22	0. 31
石膏板穿孔，板后贴棉布一层	6	8	2. 2	15. 0	0. 20	0. 48	0. 40	0. 35	0. 31	0. 32
石膏板穿孔，板后贴 3mm 玻璃棉	6	8	2. 2	4. 5	0. 06	0. 17	0. 48	0. 46	0. 32	0. 31
石膏板穿孔，龙骨中距 610mm	4. 6	48	1. 2	5. 1	0. 22	0. 79	0. 99	0. 97	0. 79	0. 54
石膏板穿孔，龙骨中距 610mm	4. 8	48	1. 2	2. 54	0. 07	0. 32	0. 89	0. 99	0. 75	0. 55

12. 21 什么是吸声量？什么是隔声量？

吸声量是指吸声材料的面积与其吸声系数的乘积，表示为

$$A = sa$$

式中，A 为吸声量，单位为 m^2；s 为吸声材料面积，单位为 m^2；a 为吸声系数。

隔声量是指结构件对声波的阻隔能力，它与声波透射系数 τ（τ = 透射声能/入射声能）有关。

$$R = 10\lg(1/\tau)$$

式中，R 为隔声量。

设某砖墙的透射声能为入射声能的 1/10000，则 $R = 40$dB。

隔声量的大小与隔声物体面积、质量、刚度、材料的阻尼以及边界等因素有关，隔声量随质量增加而增大，断续结构的墙体的隔声量比连续结构墙体的大，双层结构、中间留有空气层的墙的隔声量比相同质量的单层墙大。隔声与吸声是不同的概念，歌舞厅里的声音不要外泄，外面的声音不能渗入，这都牵涉到隔声问题。

12.22 在室内怎样进行隔声？

室内隔声效果的好与坏，主要取决于对墙体、窗户、门、天花板、地面、通风孔及管道的隔声处理，为了获得良好的隔声效果，可以作如下考虑：

（1）双层隔声墙：将墙体分成两层，中间由空气层隔开，墙与墙之间用软性材料连接，避免使用刚性材料连接，否则会形成声桥，声波沿刚性材料传播，使空气层隔声失效。同时，少采用轻、薄、柔软的材料作墙体，因为这些材料容易引发吻合效应，在声波的激励下，其本身固有自由弯曲波传播速度与激励声波相同，会使大量声能从一侧传至另一侧，大大减弱隔声性能。

（2）隔声门：采用双层结构，中间门厅填充细砂，门板胶贴泡沫海绵，用人造革作表面，门框采用梯形结构，橡胶条镶边，减弱透射声，这种门也叫声锁。

（3）隔声窗：窗户采用双层、最好是不平行的 3 层厚度为 5mm 的玻璃，窗框与玻璃之间用防震橡胶作垫，玻璃层之间用吸声材料作边框。

（4）内装梯形吸声板的通风孔道：在室内通风孔上用 2 层分隔的吸声板，形成梯形结构，通风孔内墙附近加贴吸声材料，这样空气可以自由流通，而室内及室外的声波却不能直接传播，不断在吸声材料上反射过程中被吸收。

（5）弹性表面层地面：楼房地面多是水泥板，从楼梯或同层楼板的房间之间容易传播声波，尤其是低频声波，采用橡胶板和塑胶板进行双层铺垫，再加地毯覆盖，能起到良好的隔声作用，甚至能有效地吸收低频声波。

（6）隔声天花板：天花板传播楼层之间的噪声也是不可忽视的问题，一般采用吊挂定型吸声板，距离天花板 10～25cm，挂勾宜带弹簧，用来减弱板面的声振动，避免引起吸声板面振动，而发出干扰噪声。

（7）室内管道绒布罩：室内水管或暖气管也是传播声波的部件，固体传声，

既大又快，应当重视这种传播媒体。在管道上加盖绒布罩，能有效减弱由管道引发的干扰声波。

12.23 室内建声缺陷有哪些？如何克服这些缺陷？

室内建声缺陷常见的有：声共振、声聚焦、回声（或颤动回声）、声影和死点。

（1）声共振：由于装饰设计欠妥、板材选用不当以及施工不严格，在较大的中低频或低频声波的激励下，引发龙骨与板材构成的空腔共振，发出板材振动的“噼啪”声或“扑扑”声，这种难听的响声叠加在音乐和歌声中，会严重破坏扩声音质。克服办法是装饰选料精良、龙骨架设牢固、板材覆盖严实，最好加装减振及吸声材料。

（2）声聚焦：它来源于天花板或墙面形成的凹面，室内装修尽量避开这种凹面，如果舞台墙面为凹面，在墙面上必须加装不规则蒙面或凸面吸声材料，破坏反射声聚焦，使舞台空间声场减弱且均匀。

（3）室内回声或颤动回声：室内回声来自墙面的初次反射声与直达声相差50ms以上，而且反射声较强，或听音者距离两组音箱超过17m（声速340m/s×50ms），形成明显的回声感。在扩声环境中应考虑在墙面上加装吸声材料以减弱声反射。认真设计音箱的摆放位置，两组音箱到任一听众席位的距离差不要超过17m。颤动回声大都来自较大空间两平行墙或规则多边形墙面之间，特别是声源又安排在其中，反射声与直达声之间或反射声与反射声之间的时间间隔超过50ms，而且墙面用料不一、吸声条件各异，从而产生颤动回声。解决颤动回声的方法是尽量避开声源于平行墙面或规则多边形墙面间，同时在这些墙面上加装不规则表面并加贴吸声材料，减弱反射声以及改变反射声的方向。

（4）声影：声影是指直达声不能到达，只有反射声和绕射声才能到达的听音区。在大扩声环境里座位平排水平面放置，后排听众由于前排听众头部对声波的掠射（接近180°的反射）效应和头部对声波产生的绕射作用，只能听见绕射声和周围的反射声。克服办法是把座位安排成梯形，让听众坐着能看到前面舞台上的音箱，同时，增加辅助音箱，使后排听众能听到清晰的直达声。

（5）死点：主要产生在较小房间，房间反射声较强产生空间驻波，或者音箱放音满足声波干涉条件，有些地方由于声波反相叠加，相互抵消，听不见声音。为此，必须增加墙面吸声以减弱声反射；利用装修材料使房间的长宽高之比不成整数倍关系；增加辅助音箱。

12.24 什么是二次方反比定律？它在扩声中有什么应用？

点声源（声源大小与传播空间相比，可以忽略不计。大部分音箱在放声时，

由于扩声空间大，均可把它们当作点声源）发声时，声强的表达式为

$$I = P/4\pi r^2$$

式中，I 为声强；P 为放声功率；r 为音箱到声源的距离。

从上式可知声强与声源的距离二次方成反比。此式在估算各种扩声环境下音箱产生的声强，或固定声强要求，考虑需要多大功率的音箱时常常用到。使用传声器拾音，或手持传声器演唱时，传声器与声源的距离必须尽量保持固定不变，因为有二次方反比定律在起作用，距离每变化 1 倍，声强就变化 4 倍，对扩声或记录影响很大。

12.25　什么是混响半径？它与室内环境扩声有什么关系？

室内扩声时，距离声源越远，直达声声强越小，周围的混响声强相对于直达声声强成比例上升，当距离达到一定数值时，混响声强等于直达声声强，这一距离叫混响半径。混响半径 R_r 可以近似地表示为

$$R_r = 0.41\sqrt{Q + 4/r}$$

式中，Q 为声源的指向性因素；r 为与声源的距离。

混响半径与周围的吸声情况相关，影响声源指向性。在混响半径内距离每增大 1 倍，声强级下降 6dB 或声压级衰减 6dB。在混响半径之外，混响声占主体，听音者会感觉到声音来自遥远的地方，演唱声好像延缓了半拍似的，声音发飘、不清楚。在室内扩声时应尽量增大混响半径以提高放声质量。

12.26　室内环境声学效果调节的含义是什么？怎样进行声学效果调节？

室内环境的声学效果调节指使反射声扩散均匀以及改善吸声状况，减弱声反射，调节混响时间 T_{60}。通常采用如下几种方法进行声学效果调节：

（1）吊挂纤织物：纤织物是良好的吸声材料，尤其像绒布（天鹅绒一类），具有良好的中低频声波吸收特性，采用帘幕式吊挂，距离墙面 10～20cm，能起到扩散声波和吸收声波的双重作用。它对入射声波起 2 次散射和 2 次吸收作用，如图 12-3 所示。

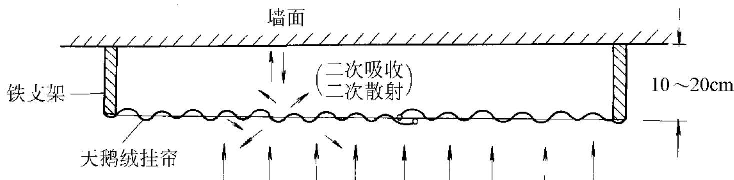


图 12-3　在墙面前吊挂纤织物对声波的散射与吸收

（2）吊挂定型吸声板：定型吸声板由两层中空的板面构成，板面是一种穿

孔胶合板，内贴矿棉进行吸声，中间形成空腔，对低频声波也起一定的吸收作用，其高度略超过人体的平均高度（约 1.8m），根据要求决定吊挂的数量，如图 12-4 所示。

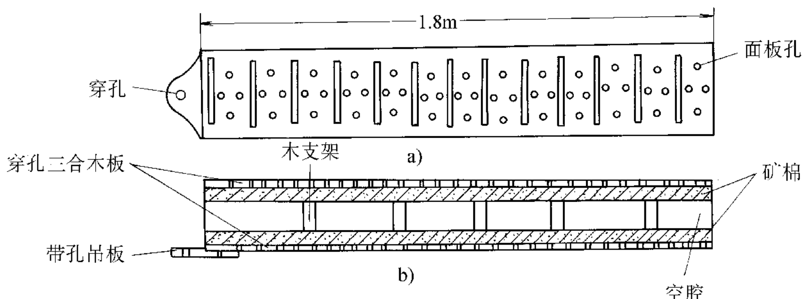


图 12-4 定型吸声板

（3）旋转式反射 – 吸声板：这种板由多个单元组成，每一单元的正面为柱面反射板，反面为平面吸声板，中间有个可旋转的轴，犹如一扇屏风放置在墙面附近，根据要求调节正反面扩散或吸收声波，如图 12-5 所示。

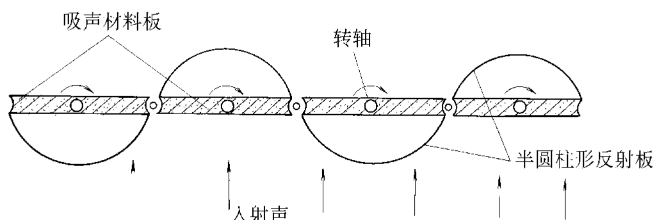


图 12-5 旋转式反射 – 吸声板

（4）铰链式吸声 – 反射板：由吸声板和反射板交叉并规则地贴在墙面上，在交接处装上活动的窗式复合板，复合板的一面为吸声板，另一面为反射板，根据要求调节复合板的开合程度。目前大部分录音棚的墙面都采用这种结构，如图 12-6 所示。

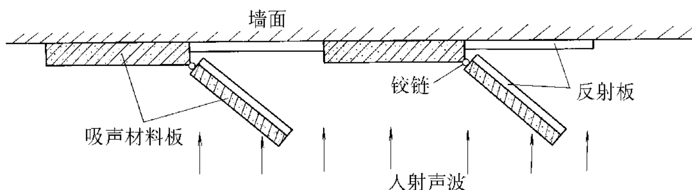


图 12-6 铰链式吸声 – 反射板

（5）隔栅板：这是一种百叶窗似的反射板结构，板面为反射条状板，铁丝吊接，板面角度可调，装在墙面前，墙面粘贴矿棉吸声，根据要求调节反射板角

度，改变吸声情况，获得所需效果，如图 12-7 所示。

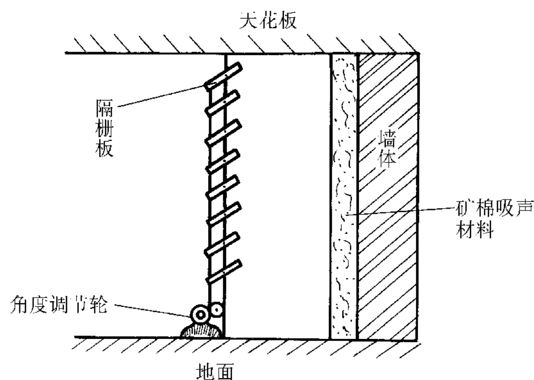


图 12-7　隔栅板结构

（6）共振吸声装置：在墙面上安装可调节大小的共振吸声腔，腔体内粘贴一些吸声材料，可调面是带孔的板面，内贴绒布层，入射声波的各种频率成分在不同的共振吸声腔里吸收，如图 12-8 所示。

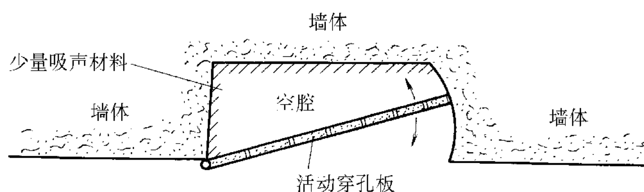


图 12-8　共振吸声装置

第 13 章　调 音 技 巧

13.1　音响调音包括哪些方面？什么是调音技巧？

音响调音包括语言声的调节、各种演唱声（男声、女声、童声、合唱等）的韵味润色、各类乐声的效果加工、拾音的方式与方法、演唱与伴奏的比例以及各种声音的音色补偿等。

调音技巧是指在音乐进程中快速、准确、及时地通过音响设备的功能键，掌握声源发声频率的范围，调整基音的比例，改变泛音的组合与衰变，补充相关高音，适量加入效果，巧配各路混合声的大小，将扩声系统放出的语言声处理得更真实、清晰、亲切；将演唱声加工得更明亮、浑厚、丰满、感人肺腑、娓娓动听；将器乐声修饰得更扣人心弦、耐人寻味、充满意境和色彩。

13.2　如何调节好混响时间？

混响时间决定余音长短，混响强弱决定余音大小，对于不同的声源，是否要加入混响，加多大，加多长都有一定要求，因为它对声音的音色与音品产生直接影响。举例来说，男低音演唱时低音频率成分较多，混响时间就要调短些。而对女高音演唱，低音频率少，为增加声音丰满、浑厚和圆润感，宜延长混响时间。环境不同，其自然混响时间 T_{60}就不同，通过效果机调节的混响时间长短也应不同，才能获得良好的听音效果。四周为木板结构的房间，混响时间应调小、调短一些，以免声音模糊不清。四周挂有绒布窗帘和壁毯的房间，应将混响时间调长一些，以免声音干涩。文娱活动场所满场时混响时间应调长一些，以补偿人体衣物对声波的吸收。

13.3　如何调节好直达声与混响声的比例？

调节直达声与混响声的比例是通过调音台进行的。只有直达声而没有混响声，声音会显得干涩，犹如置身于宁静的茫茫大草原之中，这种情况适用于讨论会、会议或朗诵会场合。音乐声中加入适当的混响，会使声音丰满、圆润、明亮、富有朝气，但混响声又不能太大，控制在 1∶1 就可以了。若混响声大于直达声，听起来声音好像来自遥远的地方而且发飘。只有混响声而没有直达声，会造成声音染色，形成浴室效应，声音浑浊，无法听清。

13.4 如何调节好演唱声与伴奏音乐的比例?

调节演唱声与伴奏音乐的比例，必须根据演唱声的特点进行调整。如果是专业演员或美声演唱，为了突出其演唱技巧，充分展现其艺术魅力，唱声占 60% 甚至更多些，伴奏音乐控制在 40% 或再少些，但也不能把伴奏音乐比例调得太少，这样会大大损失音乐色彩和丰富的内涵，使唱声单调干枯，缺乏朝气与活力。如果是业余演员演唱，歌喉发声明亮，音调把握准确，可以把两者的比例控制在 50% 。如果演唱者发声欠佳、音调不准、吐字不清，为掩饰演唱中的缺陷，应当加大伴奏音乐的比例，使演唱者感到满足，使听众也能接受，但也不能将伴奏音乐比例调得过大（85% 以上)，这样会失去演唱的意义，使演唱者的情绪大受影响。

13.5 如何调节伴奏音乐的音调?

演唱者发声音域的高低并不一样，为使伴奏音乐与演唱音调和谐一致，必须及时调整伴奏音乐的音调以适合演唱调，在卡拉 OK 厅里调音师是通过变调器来实现伴奏乐变调的。每按一次升调或降调按键，通常是升降半个音阶（音程)，升降多少音阶才适合演唱音调，完全凭调音师的乐感和悟性或者凭对演唱者歌声的了解。一般情况下，将变调器放在原调（#）上，演唱者尽可能在保持原汁原味的伴奏音乐下进行演唱。由于变调器是在原来音频频率的基础上加减等量频率实现变调的，所以升降调愈多器乐声就愈乏味，并且难以分辨是何种乐器的演奏，失去伴奏的意义。

13.6 怎样调整演讲人的声音?

（1）语言声的基音频率范围是 100Hz ~ 1kHz，泛音成分可达 8kHz。泛音成分所占比例小（约占 5%)，但其反映了每个人不同的发音音色。

（2）拾音传声器：多采用电容式传声器（会议传声器）或领夹式驻极体无线传声器。

（3）拾音位置：距离演讲人 0.5m，将领夹式传声器夹在胸前衣领处。

（4）混响时间：0.5s 以下。

（5）调节：演讲声应清澈、明亮、富有朝气，减低声音浑浊感。在调音台的输入通道上按下低切按键，对中高频成分提升 3 ~ 6dB 的同时，对 4 ~ 8kHz 成分提升 4dB 左右，减弱 8kHz 以上的成分，以免出现齿音。

13.7 怎样调整节目主持人的声音?

（1）节目主持人多为女性，而且一般声音都比较明亮。发声的基音频率范围为 200Hz ~ 1.1kHz。

（2）拾音传声器：采用电动式近讲传声器，使声音亲切，易于和观众进行感情交流。

（3）拾音位置：手持传声器近距离拾音。

（4）混响：不特意加入混响，利用厅堂自然混响。

（5）调节：在调音台上进行均衡补偿，对 2 ~ 4kHz 成分提升约 3dB ~ 6dB，使声音透亮清晰，亲切感人，降低 6kHz 以上成分，减少可能出现的齿音。同时保持适度的音量，使后排观众也能听清声音。

13.8 怎样调整演唱声？

（1）演唱声的基音频率范围：童声高音频率范围为 260 ~ 880Hz，低音频率范围为196 ~ 700Hz；女声高音频率范围为 220Hz ~ 1.1kHz，低音频率范围为 200 ~ 700Hz；男声高音频率范围为 160 ~ 523Hz，低音频率范围为 80 ~ 358Hz。

人们唱歌时运用肌肉拉动声带，发出诸多泛音成分，频率高达 8 ~ 10kHz，通过鼻腔的作用，对某些频率成分（包括基音和泛音成分）产生共鸣，使声音更明亮。

（2）拾音传声器：美声演唱时多采用电容式传声器，通俗演唱时多采用电动式演唱传声器。

（3）拾音位置：电容式传声器采用支架或吊挂方式，距离演唱者 0.5m。手持电动式近讲传声器进行演唱。

（4）混响时间：在满场情况下，女声演唱，混响时间保持在 1.3 ~ 1.8s（美声唱法为 1.3s，通俗唱法为 1.8s 左右）。男声演唱的混响时间保持在 1.1 ~ 1.6s（美声唱法为 1.1s，通俗唱法为 1.6s 左右）。

（5）调节：用调音台的输入通道上的参量均衡器进行音质补偿，首先应对歌声进行明亮度补偿，因为明亮的歌声最惹人喜爱、扣人心弦、感人肺腑。为此，将中高频提衰旋钮放在 6dB 上，转动中心频率调节旋钮，从低端往高端扫频，再从高端往低端扫频，一般扫两遍，便能发现某一频点声音较亮，固定在此频点上，提衰旋钮略作增减调节，明亮度就能得到补偿，每个演唱者声音频率不同，补偿频点亦不一样。运用类似方法，对歌声的力度进行补偿，使歌声有朝气，充满活力但又不生硬。对于歌声的清晰度补偿，可使用高频提衰旋钮，清晰度不够，从零往右提升 2 ~ 3dB 左右。唱声模糊，往右提升 4 ~ 6dB。若齿音、气音较重，有刺耳感，则从零往左衰减 2 ~ 3dB 左右。在低音区用低频提衰旋钮，男声低音较重，尤其在 100Hz 附近应衰减 4 ~ 6dB，女声低音欠缺，应提升 4 ~ 6dB，以保证声音浑厚又不浑浊，丰满而不单薄。在歌声的补偿过程中，还应当注意伴奏音乐与歌声之间的平衡比例，使唱者高兴，听者满意。

13.9 怎样调整弦乐音?

（1）各类提琴的频率范围：小提琴（Violin）为 200Hz～3.5kHz；中提琴（Viola）为 134Hz～1.1kHz；大提琴（Cello）为 72～640Hz；低音提琴（Double Bass）为 42～250Hz。

（2）拾音传声器：电容式传声器或铝带传声器。

（3）拾音位置：斜上方对准共鸣箱，距离为 1m 左右。小提琴远些，大提琴、低音提琴近些。

（4）混响时间：在满场情况下为 1s 左右，小提琴旁边最好加反射板，大提琴下面的地板需铺上地毯。

（5）调节：在调音台上利用通道的参量均衡器对相应的发声频率范围进行补偿，使其音色纯正、音品上乘、耐人寻味。利用效果机加入适量混响，控制混响时间在 1s 左右。如果作为主乐音，将该通道上的声像调节旋钮放在中间位置，推子推大，突出该乐音的主导作用。若作为伴奏乐，则将该通道的声像调节旋钮放在其他位置，推子放在较低处。

13.10 怎样调整键盘乐（如钢琴）音?

（1）发声的频率范围：钢琴的频率范围很宽，为 28Hz～4.3kHz。

（2）拾音传声器：采用电容式传声器。

（3）拾音位置：后面距离琴弦斜上方 1～2m，一只传声器零轴对准琴键中央 C 部，其余两个传声器相距 50cm，为并排放置。

（4）混响时间：在满场情况下为 0.6s。

（5）调节：钢琴弹奏动态变化大，拾音过程应注意各音域区的平衡，如果作为主乐音，推子推大，声像调节旋钮置于中间位置。若作为伴奏乐，推子位置放低些，声像调节旋钮放在其他位置。

13.11 怎样调整吹奏乐音?

1. 萨克斯管

（1）发声的频率范围：高音萨克斯（Soprano Saxophone）为 220Hz～1.43kHz；中音萨克斯（Alto Saxophone）为 145～900Hz；次中音萨克斯（Tenox Saxophone）为 113～710Hz；次低音萨克斯（Baritone Saxophone）为 73～450Hz；低音萨克斯（Bass Saxophone）为 56～336Hz。

（2）拾音传声器：采用电动式传声器（如 SHURE SM58）或电容式传声器（如 SHURE SM98）

（3）拾音位置：传声器的零轴线与管口轴线成 30°，距离管口上方 1m。

（4）混响时间：在满场情况下大约为 2.5s，也可以加入环境回声效果。

（5）调节：根据其发声频率范围在调音台的通道均衡器上进行频率补偿，使该器乐发声纯正、悠扬。如果作为主乐音，将该路上的 Pan（声像调节旋钮）放在中间位置，推子推大。若作为伴奏乐，将推子放在较低位置，声像调节旋钮放在其他位置。

2. 小号

（1）发声的频率范围：C 调小号（Trumpet In C）为 180Hz ~ 1.15kHz；F 调小号（Trumpet In F）为 225Hz ~ 1.15kHz。

（2）拾音传声器：采用电动式传声器（如 SHURE SM57）。

（3）拾音位置：放在小号的轴线下方，与传声器零轴线相交 15°，距离管口 0.5m。

（4）混响时间：在满场情况下为 1.5s。

（5）调节：根据其发声频率范围在调音台的输入通道均衡器上进行频率补偿，使该器乐发声纯正、悠扬。如果作为主乐音，将声像调节旋钮置于中间位置，推子推大。若作为伴奏音乐，推子位置放低些，适当调节声像旋钮。

3. 长号

（1）发声频率范围：中音长号（Alto trombone）为 113 ~ 720Hz；次中音长号（Tenor Trombone）为 82 ~ 580Hz；低音长号（Bass Trombone）为 72 ~ 400Hz。

（2）拾音传声器：采用电动式传声器（如 SHURE SM57）。

（3）拾音位置：放在长号轴线上方，与传声器零轴线相交 15°，距离管口约 0.5m。

（4）混响时间：在满场情况下为 1.2s。

（5）调节：根据其发声频率范围在调音台的输入通道均衡器上进行频率补偿，使器乐声纯正、动听。如果作为主乐音，适将声像调节旋钮放在中间位置，推子推大。若作为伴奏音乐，推子位置放低些，声像调节旋钮放在其他位置。

13.12 怎样调整打击乐音？

1. 鼓

（1）发声频率范围：响弦鼓（小军鼓）为 80Hz ~ 15kHz；嗵嗵鼓为 90 ~ 180Hz；低音鼓为 30 ~ 76Hz。

（2）拾音传声器：采用电动式传声器。

（3）拾音位置：距离鼓膜 10cm，传声器的零轴线与鼓面成 75°，对单面鼓皮可将传声器伸入鼓腔，与鼓膜相距 10cm。

（4）混响时间：在满场情况下为 0.7s 左右。

（5）调节：在调音台输入通道的均衡器上调节低频段提衰量，使鼓声丰满又不浑浊。注意在调音台上所占的混合比例，作伴奏乐时比例小些。

2. 镲

（1）发声的频率范围：踩镲、吊镲、立镲（Cymbals）为 4. 3 ~20kHz。

（2）拾音传声器：采用电容式传声器。

（3）拾音位置：距离镲 100cm 处。

（4）混响时间：在满场情况下为 0. 6s。

（5）调节：在调音台输入通道的均衡器上作高频段提衰补偿，使镲音纯正、质感强，同时注意其混合比例。

13. 13 怎样调整电子乐音？

对于电子乐音，在调音台上一般不作均衡补偿处理，也不加混响，因为这些加工在电子乐中已经做过，只需作音量混合比例调节和声像调节。同时，其声音信号经噪声门切除噪声后直接进入调音台，避开了传声器的选用和摆放问题。

13. 14 演唱声、木管乐、铜管乐、弦乐、键盘乐和打击乐的发声频率是怎样分布的？

演唱声、木管乐、铜管乐、弦乐、键盘乐和打击乐的发声频率分布范围如图 13-1 所示。

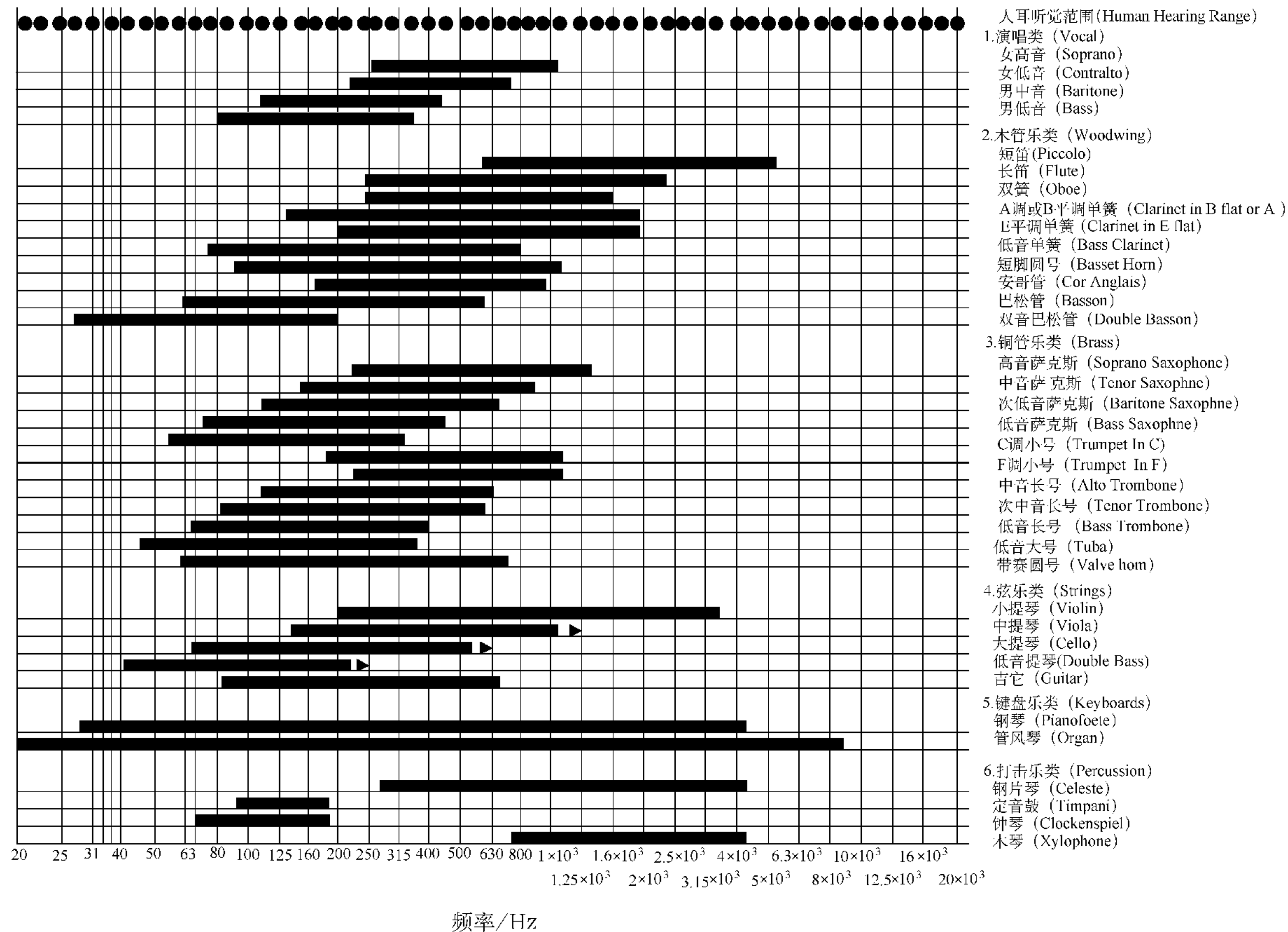


图 13-1 各类乐器发声的频率分布范围

第 14 章　电声测量与音质评价

14.1　当扩声设备按照前面第 1 章所说的连接好之后，应该怎样进行联调？

扩声设备接好之后应按下述步骤进行联调：

（1）电平调整：首先让输入的音乐声音信号进入调音台后处于最佳状态，也就是通过该路上的定值衰减按键（Pad）和增益旋钮（Gain）使该路上的峰值指示灯（PK.）处于欲亮不亮的状态。然后将该路上的均衡器放在 0dB 平直状态，推子推在 0dB 左右，其他周边设备的输入、输出增益调节均放置在 0dB 上，房间均衡器推拉键放在 0dB 平直状态，断开低切按键，其他相对刻度的旋钮放在正中“12 点”位置，压限器的压缩阈为 –10dB，压缩比为 1∶1，功率放大器的输入旋钮置于“2/3”位置上。接着推起调音台输出主控，直至输出指示接近 0dB，黄光指示灯发亮，不能超过 0dB 让红光指示灯发亮，否则会使输出的声音信号失真。如果在这种情况下感到放声音量不够，从功率放大器的前一台设备开始，由后往前，逐级调节输入、输出增益，达到需要的音量。不能将一台设备调在最大临界状态而获得所需的音量，这样做容易出现系统噪声大、放声失真的现象。一般情况下，调节功率放大器之前一、二台设备的输入或输出增益，放声音量就已足够。

（2）频率调整：先调电子分频器的交叉频点，使音频频段分割符合相应扬声器发声频段范围。调低端交叉频率时，切断高频段信号，从低端到高端，再从高端到低端，边调边听，当调到某一交叉频点时，低音音箱和中音音箱发声都较好为止，把该点作为低端交叉点频率，固定在该频点上。调高端交叉点频率时，切断低频段信号，用相同方法找到高端交叉点频率，固定在该频点上。通常左右两侧的高、中、低音箱来自同一生产厂商，将左右声道的分频点放在相同位置即可。若左右两侧的高、中、低音箱出自不同生产厂商，交叉分频点必须分别调节。接着调房间均衡补偿曲线，这种补偿曲线由于各房间吸声条件的不同而不同，调整前各刻度频点推拉键放在零位置。定性调节方法可采用两种：一种是采用电声音质测试盘，边放声边调节，每两个推子为一组，一起推起或拉下，使音箱发声真实、质感强，如闻其声如见其物。另一种是利用一张熟悉唱盘反复通过耳机听音，建立心中主观评价标准，了解音乐的高音、中音和低音之间大概的均衡比例，调推拉键，每两个一组进行调节，边调边到观众席上听音，直至在观众席上听见的声音与通过耳机听见的高音、中音和低音之间平衡比例类同为止，此时推拉键的连线就是该房间的均衡补偿曲线，此曲线在以后放声过程中作为该房

间的客观补偿曲线，不能任意更改。

（3）声音美化、韵味和润色：用激励器对原声作音色补偿，使原声更真实、更洪亮、更动听、更富有表现力。在调试中先关闭低音补偿，补偿高音和泛音，由于这部分补偿量只有 0.5～1dB 左右，先进行低音补偿，低音容易掩蔽高音，使高音、泛音补偿的调节较困难，具体调节方法可参阅激励器的操作部分。给原声韵味、润色是在给原声作音色补偿之后，加入效果声，通常采用混响效果，它是反射声产生的，混响时间 T_{60} 的长短与混响强度对音质影响甚大，应仔细调节。否则会产生相反结果，使声音浑浊、模糊不清，具体调节可参阅调音技巧部分。

（4）扩声动态调整：如果音乐信号动态变化超过系统本身的线性动态区域，使声音失真，必须将压缩比调大，根据情况可小于 10∶1 以下、大于 2∶1 以上。在一般卡拉 OK 厅里压缩阈为 -10dB，压缩比为 2∶1，起动时间为 10ms，恢复时间为 0.5s，如果系统噪声很小，关闭噪声门阈，输入增益为 0dB，输出增益为 0dB。

14.2 扩声系统电声测量用的信号有哪些？

扩声系统电声测量用的信号有 3 种：第 1 种是纯正弦波，第 2 种是脉冲阵列波（一个脉冲宽度内包括 6～10 个等幅纯正弦波），第 3 种是粉红噪声（其频谱类似于粉红光谱，通常是将白噪声送入 1/3 倍频程滤波器进行滤波，获得粉红噪声）。

14.3 什么是白噪声？什么是粉红噪声？

如果用具有相同绝对带宽的滤波器测量噪声的功率频谱结构的话，以线性频率为横坐标，以功率密度为纵坐标，作出的谱分布曲线犹如白光谱分布曲线，这种均匀分布的噪声称为白噪声，如图 14-1a 所示。如果用等百分比带宽滤波器测量噪声的功率谱结构，以线性频率为横坐标，以功率密度为纵坐标，作出的谱分布曲线每倍频程下降 3dB，犹如粉红光谱分布曲线，这种噪声称为粉红噪声，如图 14-1b 所示。

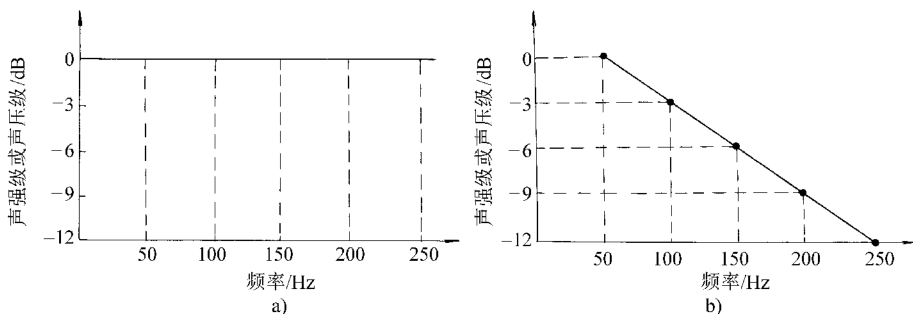


图 14-1 白噪声和粉红噪声频谱

a）白噪声频谱 b）粉红噪声频谱

14.4　扩声环境里的噪声来自哪些方面?

扩声环境里的噪声来自强电磁干扰噪声、交流声、扩声设备本底噪声、机电设备（包括空调、鼓风机、灯光等）运转噪声、人为的动作嘈杂、干咳声以及从外界传入的噪声。

14.5　在扩声环境里选取测量点通常按怎样的方式进行?

在扩声环境里选取测量点时没有必要在每个观众席位上进行，对于不规则的场地可以选取某些具有代表性的点作为参考点进行测量。如果扩声场地是规则的，可以采用参考轴选点方式或参考面选点方式，获得比较客观的测量结果。

14.6　在扩声环境里电声测量的指标都有哪些?

电声测量的指标有 8 种：传声增益、传输频率特性、最大声压级、声场不均匀度、总噪声、背景噪声、混响时间 T_{60}、失真度。

14.7　什么是扩声系统最高可用增益?

在扩声环境中提升扩声系统的传声器音量，当出现临界啸叫现象时，下调 6dB，此时扩声系统的总增益称为扩声系统的最高可用增益。

14.8　什么是传声增益?

扩声系统处于最高可用增益状态时，观众席上的稳态声压级与传声器处的声压级之差。可用如下公式表示

$$\text{传声增益} = 20\lg(P_{\text{测量}}/P_{\text{标准}}) - 20\lg(P_{\text{传声器}}/P_{\text{标准}})$$

14.9　什么是传输频率特性?

在厅堂内观众席上的稳态声压级随声音频率的变化曲线，称为传输频率特性曲线或传输频率特性。在国际上通常选取 6 个标准频率进行测量，即 125Hz、250Hz、500Hz、1kHz、2kHz、4kHz，在测量过程中必须保持各频率信号的幅度不变。将观众席上 6 个频点测量到的声压级连成一条曲线，便成为传输频率特性曲线，若此曲线平坦则说明该厅堂的传输频率均匀。

14.10　什么是最大声压级？什么是声场不均匀度?

扩声系统处于最高可用增益状态时，在观众席上测得的最高稳态声压级称为最大声压级。在不同的观众席上测量到的稳态声压级最大差称为声场不均匀度。最大声压级代表了扩声系统的扩声效率。声场不均匀度反映了听音区的音质差异，若不均匀度小，则听音区音质好。

14.11 什么是总噪声？什么是背景噪声？

扩声系统处于最高可用增益状态时，无声音信号输入，厅堂空场，厅堂内其他机电设备处于正常运行状态（包括空调、鼓风机以及灯光系统等都在运行），在观众席上测得的噪声称为总噪声。扩声系统处于关闭状态而厅堂内其他机电设备均在正常运行时，在观众席上测得的噪声称为背景噪声。

14.12 什么是扩声系统的失真度？

将纯正弦波信号（例如1kHz信号）输入扩声系统，在观众席上测量其他谐波成分占输入纯正弦波成分的百分比称为扩声系统的失真度。此百分比愈小，扩声音质愈好，声音保真度高，真实动听。

14.13 为规范测量、方便电声指标的互相比较，作电声指标测量时需要满足哪些条件？

（1）扩声系统联调完成，转入正常运转状态，调音台输入通道的参量均衡器处于0dB平直状态。

（2）厅堂内测量点距离墙面1.5m处，距离地面的高度为1.1～1.2m（相当于人坐在座位上时他的耳朵距离地面的高度）。

（3）测量点的声压级至少高于厅堂内总噪声级15dB以上。

（4）作混响时间测量或作传输频率特性测量时，声源的信噪比必须大于35dB。

14.14 扩声系统电声测量的方法有哪几种？

扩声系统电声测量的方法通常有两种：声输入法和电输入法，如图14-2所示。

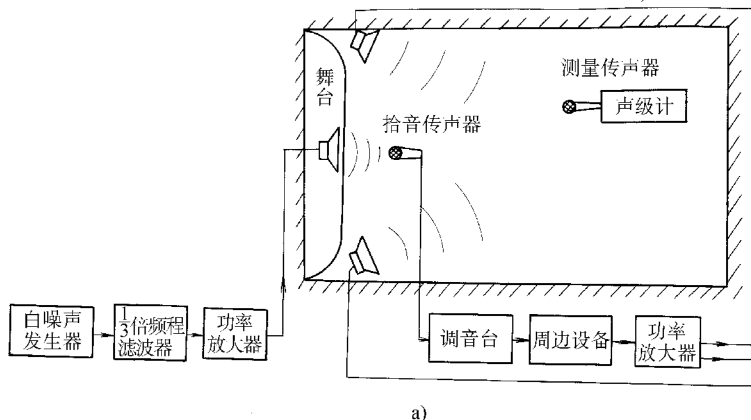


图14-2 扩声系统电声测量方法

a）声输入法

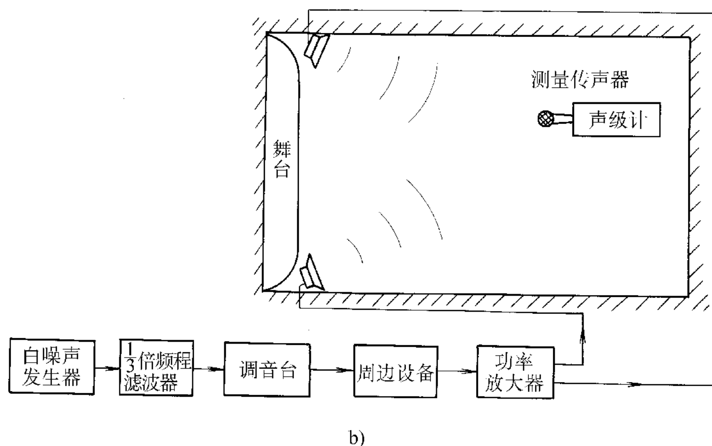


图 14-2　(续)

b）电输入法

14.15　音质是什么？音质评价又是什么意思？

音质就是声音的本质（声音的质量），音质评价就是对声音本质的评估。这种评估是声音信号通过人耳的听觉生理作用于人脑，引起不同感受，进行分析、给予表达、作出鉴定。很明显，音质评价是人对声音的主观评价，除去人体生理差异和缺陷之外，它还牵涉诸多因素，例如个人爱好、文化层次、传统习惯、教育水平、音乐修养、素质锻炼以及专业特长等。因此，要想在音质评价方面完全做到规范统一并不容易，但是在评价用语、表达意思方面尽量求得一致是能做到的。

14.16　音质评价与客观技术测量存在哪些关系？

音质由四个要素构成：音量、音调、音色和音品。这四要素的搭配直接影响着声音音质，搭配得当音质便好，搭配不当音质便差。这四要素与音乐要素相一致，即与音乐中的响度、音高、音色、音的强弱长短关系相一致，这些都是心理量，它们与物理客观量存在直接的对应关系，音量与声波振幅相关，音调与声音主频结构的高低相关，音色与声音中包含的频率成分多少及强度关系相关，音品（声音的品味）与声音中各频率成分比例分布曲线（包络线）相关。它们之间的关系并非是等价或线性关系，而是一种复杂的非线性函数关系。

14.17　评述音质时应遵从哪些原则？

评述音质是一种主观感受的表达，它可以是抽象概念，也可以是实际意识体言用华丽、激情、优美、悦耳等抽象概念词，也可以用直观感受给予表达，如使

用丰满、有力、透亮、圆润等，也许后者更有实用性。评述音质时应遵从如下原则：

（1）多数人的共同感受。

（2）多数人共同使用。

（3）使用的概念术语具有自己的独立的心理空间，不能互相重叠，不能交叉使用，不能彼此渗透，不能模棱两可。

14.18　都有哪些音质评价用语？

音质评价中除包含对音质四要素的评价之外，还应包含对立体声声像的评价，为简单明了起见，用表 14-1 列出常用的音质评价用语。

表 14-1　常用的音质评价用语

音质

音量	音调	声像	音色	音品

属性	1	0
响度	适中	过大或不足
音高	和谐	走调
定位	准确有环境感	偏移无方向
丰满度	丰满有弹性	干瘪单薄浑浊
力度	有活力	软绵绵
平滑度	圆润	粗糙尖刺
平衡度	协调平衡	声部不平衡
明亮度	明亮	灰暗
清晰度	清澈透亮色彩鲜艳有层次	无层次模糊
亲切度	真实亲切有临场感	发飘

表 14-1 中列出了 10 项音质评价属性，良好者为 1，差者为 0。这样的评价有较全面的依据。

14.19　什么是声音的视觉联觉？

人生活在世界上接触周围环境，了解大自然，依靠的是感觉器官，通过看、听、尝、闻、摸等动作产生视觉、听觉、味觉、嗅觉、触觉等感觉，然后作出反应，给予表达。由于这些心理感觉因素存在复杂的内在联系，一种感觉会引导出另一种感觉，这叫联觉特性或联觉，由声音听觉引起的视觉反应叫声音的视觉联觉。听觉属性与视觉属性其间的对应关系见表 14-2。

表 14-2　听觉属性与视觉属性的对应

听觉属性	视觉属性
音高	色彩深浅
响度	视野大小
愉快、亲切度	洁白程度
平衡度（协调性）	色度、图案清晰度
平滑度	图案对比度
明亮度	亮度
丰满度	色彩丰满
持续音	单色重复性图案
单音	着眼于单一图案
复合音	着眼于复杂图案
立体声	立体图案
重放声	影片画面
噪声	看见模糊画面

音乐工作者常常把音程与颜色或把乐声与颜色联系起来，详见表 14-3 和表 14-4。

表 14-3　音程与颜色的色感联系

小 2 度音程	白色
小 3 度音程	黄色
大 3 度音程	红色
全音程	黑色
5 度音程	金黄色
大 6 度音程	大红色
小 6 度音程	蓝紫色
8 度音程	绿色

表 14-4　管弦乐音与颜色的色感联系

法国号	红色
长号	橙色
小提琴	黄色
低音提琴	绿色
单簧管	紫色
双簧管	蓝色

乐音与色感的联系并非固定不变，对于不同的人可引导出不同的色感联系。只要对乐音有深刻感受与体验，听见各种乐音时不同色感便自然浮现在人的脑海里。

14.20　什么是音乐的摇滚效应？它对音质有什么影响？

动听的音乐常带有颤音（Vibrato）效果，无论声乐还是器乐都有，例如美声唱腔中的延长音和小提琴延长音等，其实这就是摇滚效应（Rocking Effect）。这种效应不只限于调幅音，对于调频音、差拍音，甚至窄带噪声，加入颤音同样能使人耳听感愉快，增加听音的愉快度和亲切感，它直接起着美化音色、提升声音音品的作用。给音乐声中增加颤音，可以在音乐信号中加入甚低频调制，甚低频频率为4～6Hz时效果最好。用甚低频进行调频时，表现出音高有起伏变化。用甚低频进行调幅时，表现出声音的响度有起伏变化。用甚低频对差拍音进行调制时，表现出节奏和节拍有变化。以上这些操作都能起到美化声音的作用。

第 15 章　扩声系统的故障检查与排除

15.1　手持传声器时发出“嘭嘭”声，是什么原因？怎样解决？

手持传声器有时摆动传声器线，引发“嘭嘭”声响，多半是卡侬插头的 3 个针尖中至少有 1 个前后松动或焊接点未焊接好，碰及其他焊接点。如果传声器上有开关，开关接触点松动，时而接触，时而脱开，也是“嘭嘭”响的一个原因。排除方法是更换卡侬插头。市场上常出现耐温性能甚差的塑料卡侬插头，在锡焊针尖后，针尖前后松动，从而使传声器接触不良。焊接过程是将每根导线的金属丝拧成 1 股后焊作 1 根，再与针尖焊接。传声器开关接触不良时应更换或拆下后直接进行锡焊，删除开关功能。

15.2　手持传声器时出现“嗡嗡”交流声，是什么原因？怎样解决？

手持传声器时出现“嗡嗡”交流声是由于传声器金属外壳与传声器线的屏蔽线没有焊接好，人体感应的交流信号进入传声器信号线，引发交流声。解决办法是将传声器线的屏蔽线与传声器的金属外壳焊接好或在外壳螺钉端加入焊片，将屏蔽线与焊片焊接好。

15.3　传声器插入调音台后扩声系统设备正常工作，而对准传声器说话时音箱无声，是什么原因？怎样解决？

原因可能是传声器上开关未开，也可能是传声器信号线出现开路现象，还有可能是传声器损坏。解决方法是接通传声器开关，检查传声器连接线，用具有相同结构的另一只传声器进行试音。

15.4　对同一声源而言，单路传声器的音量比两路时大，是什么原因？怎样解决？

一般来说，是两只传声器信号反相，进入调音台后作反相叠加，相互抵消，因为两路信号幅度并非完全一样，所以抵消之后还会残存一些声音，但音量要比单路时小。解决方法是如果调音台的每一输入通道卡装有倒相键（Φ），按一下其中一路上的倒相键，使两路传声器信号同相进入调音台，声音增大。若调音台的每一输入通道上没有倒相键的话，将其中一路的两根传声器信号线对调焊接即可。

15.5 调音台上插入的传声器数量增多时容易引发啸叫声，是什么原因？怎样解决？

调音台上插入的传声器增多时，其拾音增益变大，接收各个方向的反射声的面积也增大，由此引发声反馈的可能性加大，容易出现啸叫声。在这种情况下，最好采用智能传声器控制器，它能接纳 40 ~ 80 个传声器，控制发言传声器的个数（例如 1 ~ 6 个），确保每只传声器扩声的音量。还可以采用有线传声器与无线传声器相结合的办法来增加拾音传声器的数量。

15.6 在调音台同一输入通道上两只传声器拾音的声音相差较大，是什么原因？怎样解决？

两只传声器在相同条件下拾音音量相差较大，主要是由于灵敏度差别较大，同时两只传声器的频响曲线不同，各种频率增益不一样，产生的声音信号并不一致，音箱放出的声音也就存在差异。为了保持两只传声器同时拾音时音量的一致性，使音箱放声基本相同，可通过操作调音台输入通道上的有关功能键，进行补偿。例如使用增益旋钮以及参量均衡器作一定的补偿。

15.7 无线传声器打开后，对准传声器说话，音箱无声，是什么原因？怎样解决？

（1）无线传声器上的电池电量不足，此时应更换电池。

（2）调谐器的音量旋钮未开，此时应将旋钮调至 3/5 以上。

（3）调谐器的接收天线角度未调好，此时应转动天线角度，避免在使用者的活动区内出现接收信号死角。

（4）传声器的载波频率偏离调谐器的接收频率范围，此时必须用相关的测试设备重新调整并固定。

15.8 无线传声器的调谐器输出插在调音台的传声器输入端，调音台的通道推子拉下后出现串音现象，是什么原因？怎样解决？

通常调谐器的输出应接在调音台输入通道的线路输入端（Line），此端口是高阻端(Hi－Z)，即信号从此端进入调音台输入通道的前置放大器需要经过两个高阻值电阻，它起一定的隔离作用，若信号直接进入低阻（Low－Z）的传声器接口，会出现隔离度下降、阻抗不匹配的情况。在此情况下只需改接线路输入插口（Line），串音问题便能得到解决。当然，有些调谐器本身配有专用卡侬插口，串音干扰情况便不会出现。

15.9 两只无线传声器各自单独开启工作时音箱有声，同时工作时只有一只传声器有声，是什么原因？怎样解决？

两只无线传声器载波频率相近时，可引起差拍现象，差拍信号叠加在功率较

小的那只传声器的调频波上，引起频偏，使相应于该传声器的调谐器无法接收到那只传声器的信息。解决方法是用测量设备将其中一套无线传声器载波频率调偏一些，这时，调谐器的本机振荡频率也应作相应调整，使其能接收到新调的载波频率信号。由于目前生产无线传声器的公司把载波频率提高到调频无线电台广播频率范围（88～108MHz）之外，以免受当地调频无线电台的串扰。显然，在这种情况下，用手工操作是十分困难的。

15.10　在扩声过程中一对音箱（左右主扩声音箱或辅助扩声音箱或返送音箱等）突然无声，是什么原因？怎样解决？

在扩声过程中一对音箱突然无声，绝大部分是因为该输出通道上的功率放大器过载，快熔熔丝熔断，在这种情况下更换相同容量的快熔熔丝，降低功率放大器输入信号电平，即可恢复正常运行。如果更换熔丝后音箱仍无声音，必须检查前面设备有无信号送来。采用跳线法，即跳过前一台设备，把前一台设备的输入信号插入功率放大器的输入端，若仍然无声，可能是功率放大器的电源部分损坏或两通道末级功率管烧坏，为保证扩声继续进行，应及早更换功率放大器。两只音箱同时瞬间烧毁的可能性不大，使用跳线法，很容易检查出有故障的设备。为保证功率放大器和音箱不致过载烧毁，应在功率放大器前或在电子分频器前加入限制器。

15.11　在扩声过程中主扩声系统、辅助扩声系统或返送系统中一对音箱中的一只无声或声音很小，是什么原因？怎样解决？

若出现此类这种情况，问题多出在功率放大器或音箱上。为快速检查出故障所在，可采用交叉法，即把功率放大器的输出端子上的两对音箱线互相对调并接通声音信号听听，若音箱放声情况也颠倒过来，说明不是音箱的问题，而是功率放大器上的问题，无声或声小的那一通道的功率管烧毁或电源损坏，其他部分的故障并不多见。若音箱放声情况没有变化，则说明无声或声音很小的音箱很可能烧毁或是局部短路，此时必须更换音圈。

15.12　左右声道的音箱放声不平衡，是什么原因？怎样解决？

（1）左右声道音箱扬声器的灵敏度不一致，可以通过调整左右声道各路输出电平的办法，使音箱放声接近一致。

（2）左右声道输出功率信号不平衡，可以将左右声道上各设备的输入、输出增益调在近似相同的指示值上。

（3）常出现声源左右声道的平均音量电平不同，音箱放声时产生两通道声音不平衡现象，可以通过调节调音台输入通道的增益旋钮或通道推子给予解决，

使双路音箱放声平均音量大体相同。

15.13 左右声道的音箱是分体式的，各路音箱发声不均匀，是什么原因？怎样解决？

两声道上的电子分频器的交叉分频点没有调好，形成各路音箱发声不均匀，必须严格按电子分频器的使用方法调节，输出频段的提升量应放在相同的位置上，保持原音乐的高、中、低音的平衡，交叉频点的调节应使分割的频段与扬声器的发声频段一致。

15.14 左右声道音箱中的一路高音扬声器（高频头）无声（无高音），是什么原因？怎样解决？

为了准确判断无高音的那路高音音箱是否烧毁，可以采用交叉对换法，把音箱的两对线对换一下，若对换后音箱高频头有高频声，说明故障来自前面设备。若对换后音箱高频头仍然无高音，则表明音箱高频头已损坏，或是功率分频的高通电容开路，或是高频音圈烧坏，可以通过短路高通电容方法或用万用表欧姆档测量高频音圈是否通断来进行判断并作相应的修理。传声器引起的高音啸叫或功率放大器在工作时任意开关其他扩声设备的电源或插拔设备连接线，都会引发出脉冲信号，经功率放大器后形成功率脉冲，烧毁高频头。

15.15 扩声系统放声低音过重，声音发闷、浑浊，怎么办？

扩声系统放声发闷、浑浊现象可能是电子分频器的低频段提升量调得太高、也可能激励器低音浑厚度补偿过大或调音台的输入通道参量均衡低频段提升较高等原因引起的，将相应旋钮调低便能解决。有些音箱本身发声低音发闷浑浊，也可以调低上述有关旋钮给予解决。有些扩声设备在连接上存在不合理的地方，也可能导致低音浑浊现象的出现，例如采用电子分频器时只用低频段信号，经功率放大器后驱动低音音箱或次重低音音箱放声，而中频段、高频段或中高频段信号则闲置不用，高、中、低频组合音箱单独使用全频段功率信号发声。显然，两者之间存在低音重叠发声段，产生低音不平衡、过重、浑浊现象。为此，应将中、高频分频信号经功率放大器后送往全频段组合音箱发声，低频声送往独立的低音（次重低音）音箱。

15.16 扩声系统放声时没有尾音，是什么原因？

扩声系统放声时没有尾音一般是由于压限器上的噪声门调得过高引起的。专业扩声设备在中档以上的，只要接线严格、规范，系统噪声是很小的，距离音箱1.5～2m处能听见少量“沙沙”声是正常现象，噪声门应当关闭。如果离开音

箱 10m，还能听见噪声，则应把噪声门阈稍稍提起，切除部分噪声，保留在音箱前能听见少量噪声，在这种情况下播放的音乐（包括演唱声在内）显得自然真切。若将噪声门阈提得过高，低电平信号也被切去，音乐声中无尾音，声音便不自然，显得难听。

15.17　压限器面板上的压缩阈、压缩比调节不起作用，是什么原因？

压限器面板上的压缩阈、压缩比调节不起作用时肯定有如下两个原因：

（1）压限器两通道处于旁路状态，声音信号未经压限器直接输出。

（2）压限器的后盖板接线接错，把其输入或输出插头插在边链电路的“进”或“出”端上，导致压限器的电平检测器处于外控或不工作状态，使其压缩阈、压缩比、起动时间和恢复时间的调节失效。

15.18　压限器上的指示灯为什么随压缩阈的提高亮灯数越少？这是否属于故障？

压限器上的指示灯是一种增益衰减指示灯，指示的是信号经过压缩，增益下降多少 dB 量。当压缩阈提高时，音乐信号中被压缩的信号少，受压缩信号的增益下降量也随之减少，亮灯数也就减少。同样，若固定压缩阈，降低压缩比，亮灯数减少。反之，提高压缩比，指示灯亮灯数便增加，其原因也是由于提高压缩比，受压缩信号的增益下降 dB 值亦增加，亮灯数也就增加。这种指示可以直观地看到最高电平的信号经过压缩后增益下降多少，这是功能指示，并非故障。

15.19　音源的左右声道有输出，进入调音台后无声音信号输出，是什么原因？怎样解决？

音源的左右声道确有输出，进入调音台后无声音信号输出，原因如下：

（1）输入通道的接通键未被按下或输入通道的输入信号选择键被放错，此时应该按下接通键或正确放置选择键。

（2）输入调音台的连接线脱焊或接触不良，此时应用万用表检查连接线，使接线牢靠。

（3）输入的通道信号未编入相应母线输出，此时应按下通道上的相应分配键。

（4）输入的通道声像调节旋钮的调节与输入信号的声像正好相反，此时必须更正相反的调节。

（5）输入通道的推子未被推起或调音台输出主控未被推起，此时应检查并将推子推起。

15.20　扩声系统静音时交流声很大，是什么原因？怎样解决？

扩声系统静音时交流声很大的原因是：

（1）各通道的设备之间连接线的屏蔽线接触不良或虚焊，此时必须仔细检查，使焊接牢固。

（2）电源接线插座由 3 线（单相）插座转接成 2 线插座时，中性线与火线对调，此时将它再次进行对调即可。

（3）有些音响设备的电源线是 3 脚的，中间为地线，左边为火线，右边为中性线。将其连接到插座上，插座应采用规范的，否则容易引起交流声。有些音响设备的电源线是 2 脚的，虽然可以随便插在单相的火线与中性线上，工作不受影响，但对调后可能引起交流声。此时可以对调插头试试，看能否减弱交流声。

（4）有的调音台以平衡对平衡形式输出，会产生交流声，这时其输出必须从平衡连接转换成非平衡连接，这种办法尤其适合不能用压限器上的噪声门切除交流声的情况。

（5）传声器线与交流电源线捆在一起时会引起交流感应，从而产生交流声。此时宜将传声器线与电源线分离开，最好远离一些。

（6）信号屏蔽地线与输出端地线短接起来或彼此通机架形成地环路时会引起交流声和干扰噪声。排除方法是避免多点式接地，使地线开环，将机架用粗导线接在大地地线上。

15.21 音响系统单独运行时无交流声，而与灯光系统同时运行时交流声很大，是什么原因？怎样解决？

音响系统与灯光系统共用同一单相电，经常出现灯光系统运行时音箱发出很大交流声的现象，其原因是灯光系统的晶闸管工作电流很大，而且是交流脉冲式，通过电源引线直接耦合到扩声设备的输入端，引发很大交流声。排除方法如下：

（1）音响系统用一单相电源，灯光系统用另一单相电源，分开供电。

（2）音响系统通过一个隔离变压器供电，隔离变压器的功率必须比音响系统所需功率大。

15.22 扩声系统在运行过程中，尤其是在播放音乐过程中时而发出“咔嚓”声，是什么原因？怎样排除？

主要原因是扩声设备连线存在虚焊现象，有音乐信号时，虚焊点出现时断时续连接，或连接线接触不良，或连接线中间有断线。排除方法如下：

（1）认真检查每根连接线，最好重新焊接各连接点。

（2）检查每根导线的插头是否存在与插座接触松动或未插好的现象，紧雇插座，插好插头。

（3）用万用表检查每根连接线，如果出现断线，应立即更换。

15.23　扩声系统在运行过程中偶尔出现很大的放炮似的响声，是什么原因？怎样排除？

扩声系统在运行过程中偶尔出现放炮似的响声，大部分原因是个别设备电源插头存在接触不良现象，偶然断开后又接触上，排除方法是更换电源插板。有时，设备连接线的插头焊接头脱焊、虚焊或金属丝碰线，也都会引起放炮似的响声。此时应仔细检查每根连接线，牢固焊接引线，焊接点应分隔良好，金属丝拧成 1 股后加锡焊，以免出现碰线。

15.24　演唱声中无效果声，是什么原因？怎样解决？

演唱声中无效果声有如下原因：

（1）演唱声未进入效果机，此时应将送往效果机的辅助母线的输出旋钮打开，将演唱声输入通道上的相应辅助旋钮打开，从效果机输入指示灯可以确认有无演唱声进入。

（2）效果机输出的效果未编入左右声道母线或编组母线，此时应按下效果按键返回通路上的有关编入按键。

（3）效果机的效果失效，此时应更换其他效果试试或更换效果机再试。

15.25　演唱声中的效果声显小，怎样解决？

一般效果机都有 2 进 2 出（即分左右声道信号进入效果机，从效果机输出左右立体声效果）或 1 进 2 出（即单声信号进效果机，从效果机输出左右立体声效果），无论采取其中那一种方式与调音台连接，效果声都显得很丰满、浑厚、圆润和明亮。但是，如果按 1 进 1 出方式与调音台连接，对某些类型效果机来说可能显得效果声小而且不够丰满。为此，建议在卡拉 OK 厅里调音时最好选用 2 进 2 出或 1 进 2 出的连接方式，并且采取效果机与调音台连接的第 3 种方式，即调音台的辅助送出进入效果机的输入端，从效果机输出的左右立体声效果返回到调音台的两个输入通道的线路输入端（Line）上。

15.26　在卡拉 OK 厅里演唱声与伴奏音乐声分离，显得不融合，是什么原因？怎样解决？

演唱声与伴奏音乐声不能融合在一起的原因是：

（1）音源（伴奏音乐）分左右声道进入单声输入通道，通道上的声像调节旋钮任意乱放置，导致声像混乱。为此，必须正确放置声像调节旋钮，左声道输入的，将该路上的声像调节旋钮（Pan）调至左边（L）处，右声道输入的，将该路上的声像调节旋钮（Pan）调至右边（R）处。

（2）房间均衡器的房间均衡补偿曲线调节不合理或房间均衡器只对伴奏音

乐作了房间均衡补偿。为此，必须重新调整房间均衡补偿曲线，使声乐和各种器乐声都得到均衡补偿，从而使高音、中音和低音显得比较平衡。

15.27 播放立体声音源时用耳机听音，立体声效果很好，但通过调音台后立体声效果丢失，是什么原因？怎样解决？

声源立体声效果很好，经过调音台之后立体声效果便变差或丢失，其原因是音源左右声进入调音台单声通道，两个通道上的声像调节旋钮（Pan）放在相同位置或任意放置，同时两路输入的放大量（Gain）调节不一样或两路推子（Fader）推得不相同，引起声像混乱，使立体声放声效果差或丢失。解决办法是若声源是从左声道进来的，将该路上的声像调节旋钮（Pan）调在左边（L）上。若声源是从右声道进来的，将该路上的声像调节旋钮（Pan）调在右边（R）上。同时，两路上的增益调节旋钮（Gain）放在相同的位置处，将两路上的推子（Fader）推至同一高度。

15.28 扩声系统静音时出现“咝咝”声，怎样解决？

扩声系统静音时出现“咝咝”声多数是由某些寄生振荡引起的，其固有频率在2.5～10kHz范围之内，抑制这种噪声的方法如下：

（1）利用房间均衡器对相应的噪声频率的推拉键下拉12dB，可以从2.5kHz开始，直至10kHz。如果推拉键下拉时不起抑制作用，说明噪声频率不是该频率，应将推拉键放回原来的位置。只要对准噪声频率下拉，固定频率的噪声便会得到抑制。

（2）利用压限器后盖板上的边链电路进孔（In）和出孔（Out），与专用的图表均衡器的输出（Output）和输入（Input）环接起来，起初所有推拉键都放在0dB位置，从2.5kHz开始，直至10kHz。推拉键往上推，若无抑制效果，应将推拉键放回原来的0dB位置。只要对准噪声频率上推，固定频率的噪声便会得到抑制。

15.29 怎样检修专业音响设备？

检修专业音响设备与检修一般家电设备的方法是相同的，首先应准确判断故障部位，然后修理或更换相应元器件，再作相应调整。前者是检修的关键环节，要想准确判断故障，通常采用下面4种方法：

（1）直观检查法：直观检查法是断开电源后立即进行。不用仪器仪表，只凭直观的感觉，调动视觉、听觉、嗅觉、触觉等特性进行判断。这种方法虽然准确性较差，但检查速度较快。直观检查法尤其对电源部分的检查很有用。

（2）试探法：针对怀疑部分的电路采用比较、分割、替代、模拟等试探手

段，寻找故障所在，再进行排除。

（3）静态参数测量法：运用此方法时检修者必须持有生产厂商的维修手册，按手册提供的电路对各元器件端点电压、电流和电阻值等有关参数进行测量，看看是否符合标称值，以便作出判断。

（4）动态检查法：利用信号源注入信号，运用示波器观察电路各部分各端点的信号波形，参照手册提供波形进行对照检查、判断。这种方法直接、快速、准确，不容易损坏元器件，同时还能对电路和机械结构进行调整和校对，不过，运用此法检修要求维修者的维修技术应该比较熟练。

15.30 检修专业音响设备时应注意什么？

世界上生产专业音响设备的厂商很多，电路设计、元器件的应用、机械加工、总体结构等都是经过周密考虑的，尤其元器件都是经过测试、老化、筛选后装配的。每个厂商生产的元器件各具特色，互换性差或不能代换，为了使检修后的设备恢复原有性能及技术指标，检修时更换的元器件应尽量采用原厂商生产的。目前，许多生产厂商为了扩大产品的市场占有率，提高设备的知名度和信誉度，愿意提供一些检修所需的元器件。

第 16 章　音响名词释义及有关的音响网站

16.1　什么是电平？什么是阻抗？

电平是电压信号、电流信号或电功率信号的统称。在只注重电信号的大小而并不注重电信号属于何种类型时，可以用电平大小称之。

阻抗是纯电阻、容抗、感抗的统称。它表示电路部分对交变电信号流通产生的阻力，单位为 Ω（欧姆）。纯电阻常用 R 表示，电容的容抗表示为

$$Z_{\mathrm{C}} = 1/2\pi fC$$

式中，π 为常数；f 为交变电信号的频率；C 为电容量。

电感的感抗表示为

$$Z_{\mathrm{L}} = 2\pi fL$$

式中，π 为常数；f 为交变电信号的频率；L 为电感量。

16.2　什么是 dB（分贝）数？

这是一种相对量单位，在专业音响设备的调节刻度上经常会遇到，例如增益大小、衰减量、提升量、电平量等。其定义是

$$\mathrm{dB}\ 数 = 20\lg A/B$$

但在功率级、声强级及能量级中，其定义是

$$\mathrm{dB}\ 数 = 10\lg A/B$$

式中，A 是被比较的绝对量，例如电压、电流等；B 为比较的标准量。

采用 dB 数表示量值的优点是缩小了数值大小，使量值表示更简单更具体，使运算简化。同时，对一些变化范围很宽的物理量作图表示或刻度也非常方便，一目了然。

16.3　什么是功率？

功率在专业扩声中是指电功率或声功率，在单位时间里输出的或接收的电能量，单位为 W（瓦）。功率放大器和音箱的技术指标中常常用到功率概念。功率的表达式为

$$P = IU = I^2 Z = U^2/Z$$

式中，U 为负载两端的电压，单位为 V；I 为负载上的电流，单位为 A；Z 为负载阻抗，单位为 Ω。

当 $Z=R$ 时，电功率转换成热功率。当 $Z=Z_C$ 或 $Z=Z_L$ 时，电功率可以转换成其他形式的能量，还可以作电磁能辐射与存储。例如功率放大器输出的电功率使扬声器音圈振动，带动纸盆振动，再通过空气介质将振动机械能转换成声能，辐射出去。其间存在着电能→机械能→声能的转换。在使用功率概念时，由于测量条件、测量方法不同，得到的结果可能不一致，为了准确表述功率方面的概念，有下面一些定义：

（1）功率放大器的最大不失真功率 P_0：在负载为 8Ω，总谐波失真（THD）小于 1%，输入 1kHz 的正弦波信号的情况下，功率放大器所能输出的功率。

（2）功率放大器的额定功率：也称连续正弦波功率，通常取功放最大不失真功率的一半，即取 $P_0/2$。

（3）功率放大器的工作功率：功率放大器在工作时所输出的功率，它与输入信号大小有关，输入信号为零时，其工作功率为零。输入信号越大，其工作功率也越大。

（4）音乐峰值功率：指瞬态音乐信号在总谐波失真小于 1% 时，按最高的峰值计算，求得的功率。音乐峰值功率只表明功率放大器的瞬态特性，通常其超过功率放大器的额定功率 4 ~ 8 倍，甚至更高，但在实际应用中并不常见。

（5）音箱的额定功率：在 1kHz 信号作用下，总谐波失真（THD）小于 1%，音箱长期运行，其扬声器的音圈不致发热烧毁，机械性能不受破坏时，音箱所能承受的最大功率。

（6）方均根功率 P_{rms}：即等效功率，是按传统方式测量的功率。

16.4　什么是失真？

信号记录于载体或进入设备，从载体还原出信号或从设备输出信号时，输入信号与输出信号之间存在差异，这种现象称为失真。音响设备失真来自如下几方面：

（1）频响的带宽受到限制：放大器、传声器、扬声器等右音频的高频段或低频段时放大量下降，使声音信号中的高频成分或低频成分放大不足，从而引起声音信号的失真。

（2）频响曲线起伏变化：对声音信号的各种频率成分的放大量不同，导致声音信号失真。

（3）动态失真：对信号中同一频率成分从最小到最大变动范围内的放大量不相同，在两端点附近不按原有比例放大，从而造成声音信号的失真。

（4）瞬态失真：设备的放大量跟不上瞬态信号的变化，例如输入的是脉冲

式的钟声信号，输出的却是非脉冲式信号，这就是瞬态失真。

（5）非线性失真：输入信号与输出信号之间的关系不是线性关系，比例系数为非恒定值，引起声音信号的失真。

（6）记录载体还音时运行速度不均匀，使放出的声音失真。

（7）交扰失真：双声道或左右声道流通的信号，由于隔离度差，彼此串音，相互影响，使放出的声音失真。

（8）线性失真：即频率失真，由调频产生的失真。

16.5 什么是频响？

频响也称频响曲线，是指增益随频率的变化曲线。任何音响设备或载体（记录声音信号的物体）都有其频响曲线。理想的频响曲线应当是平直的，声音信号通过后不产生失真。大部分音响设备的频响在高频段或低频段都不是很平坦，有些起伏变化。

16.6 什么是信噪比？什么是噪声系数？

信噪比就是信号与噪声的比值，常用 dB 数表示。其中有用电压值比的，即信噪比为

$$S/N = 20\lg U_S / U_N$$

式中，U_S 为信号等效电压；U_N 为噪声等效电压。

有用功率值比的，即信噪比为

$$S/N = 10\lg P_S / P_N$$

式中，P_S 为信号等效功率；P_N 为噪声等效功率。

信噪比是衡量记录载体和音响设备的重要指标。

$$\text{噪声系数} = 20\lg U_N / U_0$$

式中，U_N 为噪声等效电压；U_0 为标准电压。

噪声系数同样也是衡量音响设备好坏的重要指标。

16.7 什么是灵敏度？

灵敏度是反映仪器设备的灵敏程度的重要指标。由于仪器设备的功能不同，相应的灵敏度的含义也不同。举例来说，传声器的灵敏度是在单位声压的作用下，传声器所输出的信号幅度，单位为 mV/μbar（毫伏/微巴）表示，因为它与声音信号的频率有关，所以其后有时还注明在多少频率上，例如：@ 1kHz 等。而扬声器的灵敏度则是在扬声器的轴线上距离其中心点 1m 远处，扬声器输入 1kHz 的 1W 功率信号时产生的声压或声压级。至于功率放大器的灵敏度则表示成：输入频率为 1kHz，幅度为 0.775V 的标准信号时功率放大器输出的电压幅度

值。由此可见，对不同设备，灵敏度的定义并不相同。有时，有些设备的灵敏度用 dB 数表示，在这种情况下必须注明标准的比较量或 0dB 的意义是什么。

16.8　什么是指向性?

指向性也就是方向性。对于传声器来说，通过传声器轴线作一平面，以传声器的中心为圆心，作半径为 1m 的圆，在不同圆周角上放置同一扬声器，扬声器输入 1mW 规定频率的信号，测量不同角度上传声器输出的相对的 dB 数，按极坐标作图，便可以获得传声器方位性。扬声器也有辐射指向性，以扬声器为中心，通过扬声器轴线作垂直平面，在规定半径上测量 1W、规定频率的声音信号作用下，扬声器在不同角度处的声压级，按极坐标作图，便可作出垂直辐射指向图。同样，也可以通过扬声器轴线作出水平面上的辐射指向图。

16.9　什么是通道隔离度?

通道隔离度也称通道串扰，它常出现在调音台、双轨录音机或多轨录音机的技术性能指标上。它反映了邻近通道信号对该通道信号的影响，常用 dB 数表示，例如 -90dB 等，一般应注明此值的比较标准。

16.10　什么是采样频率?

在模/数（A/D）转换中，将模拟信号转换成数字信号，首先要对时间连续的模拟信号进行离散化处理，用一定频率的信号不间断地去采集模拟信号电平，这种信号频率被称为采样频率。根据采样定理，采样频率 f_s 必须大于或等于音频最高频率 f_m 的 2 倍，才能反映最高频率信号的正负半周，即 $f_s > 2f_m$。目前，常规采样频率略高于音频的上限频率，取 $f_s = 44.1\text{kHz}$。采样后的离散电平仍然是连续变化的，需要用最小的单位给予量化，用于量化幅度的最小单位叫量化单位。量化时使用四舍五入法，使幅度成整数倍，并作二进制编码处理。当进行数/模（D/A）转换时把编码后的信号依照时序排列起来，通过低通滤波器滤波，还原成模拟信号。在此过程中会引发出量化噪声，为了进一步减低量化噪声，可以提高采样频率。所以，有些设备采用超采样频率 $4f_s$、$8f_s$ 等。

16.11　什么是 bit（比特）?

bit（比特）是数字技术中二进制的位数。1 位二进制称 1bit，它由两个码组成，即 0 和 1，代表线路的两种状态。在计算机中每 8bit 构成 1 个字节（byte），即 8bit = 1byte。二进制码传输速率称为比特率（bps 或 b/s）。

16.12　什么是计权? 什么是加权?

在声学测量中，根据测量目的和需要，在测量线路上引入特定的网络称为计

权网络，其结果称计权。用声级计测量 30dB 以下声压级，引入一种模仿人耳听觉频响的计权网络，测得的结果称为按 A 计权测量结果。若引入一种模仿 30～60dB 范围的听觉频响的计权网络，测得的结果称按 B 计权的测量结果。若引入一种模仿 60～130dB 范围的听觉频响的计权网络，测得的结果称按 C 计权的测量结果。在计权网络中增加可调成分，形成加权网络，其结果叫加权（Weighted）。

16.13　音乐中经常提及的节奏、节拍、音程、和弦是什么意思？

（1）节奏：将音的长短关系以及特定的强弱关系组织起来总称为节奏。广义地说，一切协调的、平衡的、规律的音的运行都可以称为节奏。狭义地说，音的长短关系便是节奏。

（2）节拍：带重音和不带重音的相同时间片断按照一定的次序循环重复叫节拍。构成节拍的单位叫拍。它分单节拍（如：强弱，强弱…或强弱弱，强弱弱…）、复节拍（如：强弱次强弱…或强弱弱次强弱弱…）和混合拍（如：强弱强弱弱…）。

（3）音程：两个音之间在音高上的距离叫音程。这两个音若是一先一后发出的，叫做旋律音程。若两个音是同时发出的，叫和音音程。在音程中高的那个音叫做冠音，低的那个音叫做根音。音程由音级和音数组成，音级指一个音程内包含的级数，级数即为度。包含 5 个音级叫做 5 度音程，包含 8 个音级叫做 8 度音程。

（4）和弦：按照 3 度或非 3 度音程关系排列起来的 3 个以上的音的结合，叫做和弦。由 3 个音按照三度关系叠置起来的和弦叫做 3 和弦。由 4 个音按照 3 度关系叠置起来的和弦叫做 7 和弦。

16.14　音乐里的调式、移调、旋律是什么意思？

（1）调式：几个音按照其间的高低关系、稳定和不稳定关系等连接成一个体系，而且以一个音为中心（主音），这个体系称为调式。在调式中音的数目一般不超过 7 个且不少于 3 个。调式是音乐中的音高关系的组织基础。

（2）移调：一首乐曲从一个调式移到另一个调式叫做移调。进行移调时，先要弄清原乐曲是什么调，是往高移还是往低移，需要移几度，然后试听新调是怎样的。

（3）旋律：将音乐的主题思想用调式、节奏、节拍等要素及其间的关系有机地组织起来，形成完整的统一体，富有完整的思想内涵，类似电影中的蒙太奇结构，叫做旋律。旋律可以分为声乐旋律和器乐旋律。用人声演唱出来的是声乐旋律，器乐旋律是用乐器演奏出来的是器乐旋律。

16.15　有关调音台的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？

2 – Track〚tu træk〛2 轨磁带（in 输入　out 输出）
AFL = After – Fade Listen〚ˈaːftə feid lisn〛衰后监听
Aux. = Auxiliary〚ɔːgz ɔːgˈziljəri〛辅助的
Aux. return〚ɔːgs riˈtəːn〛辅助返回（或 Aux. RTN. 或 Aux. RET.）
Aux. send〚ɔːgs send〛辅助送出
Balance〚ˈbæləns〛平衡
Bus〚bʌs〛母线,公共线
Clip〚klip〛削波
Cue〚kjuː〛提示,监听
Direct〚diˈrekt〛直接的（输出）插口
Effect〚iˈfekt〛效果
EQ = Equalizer〚ˈiːkwəlaizə〛均衡器
Fader〚ˈfeidə〛衰减器,推子
Foldback〚ˈfəuldbæk〛返送
Gain〚gein〛增益,放大量
Group〚gruːp〛编组
HF = High Frequency〚hai ˈfriːkwənsi〛高频段
HP = Headphone = Phones〚ˈhedfəun fəuns〛耳机
INS. = Insert〚inˈsəːt〛插入插口，也称又出又进插口
Level〚ˈlevl〛电平
LF = Low Frequency〚ləu ˈfriːkwənsi〛低频段
Limit〚ˈlimit〛限制
Line〚lain〛线路输入插口
LMF = Low – Mid Frequency〚ləu mid ˈfriːkwənsi〛中低频段
Low cut〚ləukʌt〛低切（切去 100Hz 以下频率成分）
L – R = Left – Right〚left rait〛左 – 右
Main Sum〚mein sʌm〛混合单声
Master〚ˈmaːstə〛主控
Matrix〚ˈmeitriks〛矩阵
Meter Assign〚ˈmiːtə əˈsain〛表头设定
MF = Mid Frequency〚mid ˈfriːkwənsi〛中频段
MHF = Mid – High Frequency〚mid hai ˈfriːkwənsi〛中高频段
Mic. = Microphone〚maik，ˈMaikrəfəun〛传声器（俗称话筒或麦克风）插口
Mix〚miks〛混合

Mixer〚ˈmiksə〛混合器,混音器

Monitor〚ˈmɔnitə〛监视,监听,监视器,监听音箱

Mono = Monaural〚ˈmɔnɔ ˈmɔnˈɔːrəl〛单声

Music〚ˈmjuːzik〛音乐

Mute〚miuːt〛哑音,静音

On〚ɔn〛接通

Osc. = Oscillator〚ˈɔsileitə〛振荡器

Pad〚pæd〛定值衰减

Pan〚pæn〛声像调节

PFL = Pre – Fade Listen〚pri feid lisn〛衰前监听

Phantom +48V〚ˈfæntəm〛幻象电源 +48V

PK. = Peak〚piːk〛峰值指示灯

Power Switch〚ˈpauə switʃ〛电源开关

Quartz Oscillator〚kwɔːts ˈɔsileitə〛石英晶体振荡器

Slate〚sleit〛标记

Solo〚ˈsouləu〛独奏

Stereo〚ˈstiəriəu〛立体声

Sub. in〚sʌb in〛附加输入

Tape〚teip〛磁带输入插口

TB = Talkback〚ˈtɔːkbæk〛对讲

Trem.〚trim〛放大量微调节

Unbalance〚ˈʌnˈbæləns〛非平衡

Value〚ˈvæljuː〛数值

Volume〚ˈvɔljum〛音量,卷

16.16 有关传声器的专业英文单词有哪些?它们的中文含义是什么?

Bidirectional〚baidiˈrekʃənl〛双向性的

Cardioid〚ˈkaːdiəɔːd〛心形

Condenser Microphone〚kənˈdensə ˈmaikrəfəun〛电容式传声器

Counteracting Proximity Effect〚kauntəˈrækʃtiŋ prɔkˈsimiti iˈfekt〛抗近距离效应(近讲传声器)

Dynamic Microphone〚daiˈn æmik ˈmaikrəfəun〛电动式传声器

Electret Condenser Microphone〚iˈlektrit kənˈdensə ˈmaikrəfəun〛驻极体传声器

Frequency Range〚ˈfriːkwənsi reindʒ〛频率范围

Mic. = Microphone〚ˈmaikrəfəun〛传声器
Omnidirectional〚ɔmnidiˈrekʃənl〛全向性的
Output Impedance〚ˈautput imˈpiːdəns〛输出阻抗
Polar Pattern〚ˈpəulə ˈpætən〛极性图
SPL = Sound Pressure Level〚saund ˈpreʃə ˈlevl〛声压级
Sensitivity〚sensiˈtiviti〛灵敏度
Supercardioid = Hypercardioid〚sjuːpəˈkaːdiəɔːd haipəˈkaːdiəɔːd〛超心形
Unidirectional〚ˈjuːnidiˈrekʃənl〛单向性的
Wireless Mic.〚ˈwaiəlis maik〛无线传声器

16.17 有关功率放大器的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？

Bridge Mono〚bridʒ ˈmɔnɔ〛桥式单声
Clip〚klip〛削波
Damping Factor〚ˈdæmpiŋ ˈfæktə〛阻尼系数,阻尼因子
GND = Ground〚graund〛接地
Input Impedance〚ˈinput imˈpiːdens〛输入阻抗
Input Level〚ˈinput ˈlevl〛输入电平
Left〚left〛脱地状态
Output Impedance〚ˈautput imˈpiːdens〛输出阻抗
Parallel Mono〚ˈpærəlel ˈmɔnɔ〛并接单声
Power Amplefier〚ˈpauə ˈæmplifaiə〛功率放大器
Professional〚prəˈfeʃənl〛专业的
Protection〚prəˈtekʃən〛保护
Rate Power〚reit ˈpauə〛额定功率
Signal〚ˈsignəl〛信号指示
Slew Rate〚sluː reit〛转换率
Stereo Mode〚ˈstiəriou məud〛立体声模式
THD = Total Harmonic Distortion〚ˈtəutl haːˈmɔnik disˈtɔːʃən〛总谐波失真

16.18 有关电子分频器、扬声器、音箱的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？

3 – Way Stereo〚θriːwei ˈstiəriəu〛3 分频立体声
Bass〚beis〛低音
Cross Frequency〚krɔs ˈfriːkwənsi〛交叉频点
Crossover Network = Crossover〚krɔsəuvə ˈnetwəːk〛电子分频器

Divided by 10〖diˈvaidid bai〗被 10 除
Enclosure〖inkˈləuʒə〗音箱
Frequency Range〖ˈfriːkwənsi reindʒ〗频率范围
HF 高频段
Input Gain〖ˈinput gein〗输入增益
LF 低频段
MF 中频段
Mid Range Speaker〖mid reindʒ ˈspiːkə〗中频扬声器
Mid〖mid〗中音
Mute〖mjuːt〗哑音(键)
Power Capacity〖ˈpauə kəˈpæsiti〗功率容量
Reverse Phase〖riˈvəːs fθiz〗倒相
Subwoofer〖sʌbˈwuːfə〗次重低扬声器
Treble〖ˈtrebl〗高音
Tweeter〖tˈwiːtə〗高频扬声器
Woofer〖ˈwuːfə〗低频扬声器

16.19 有关均衡器的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？

BPF = Band Pass Filter〖bænd paːs ˈfiltə〗带通滤波器
EQ = Equalizer〖ˈiːkwəlaizə〗均衡器
EQ Control Range〖ˈiːkwəlaizə kənˈtrəu reindʒ〗均衡控制范围
Graphic Equalizer〖ˈgræfig ˈiːkwəlaizə〗图表均衡器
High Cut〖hai kʌt〗高切（切除 6kHz 以上频率成分）
HPF = High Pass Filter〖hai paːs ˈfiltə〗高通滤波器
In/Out〖in aut〗接通
Input Gain〖ˈinput gein〗输入增益
Low Cut〖ləu kʌt〗低切（切除 200Hz 以下频率成分）
LPF = Low Pass Filter〖ləu paːs ˈfiltə〗低通滤波器
Parameter Equalizer〖pəˈræmitə ˈiːkwəlaizə〗参量均衡器
Room Equalizer〖ruːm ˈiːkwəlaizə〗房间均衡器
Sweep Frequency〖swiːp ˈfriːkwənsi〗扫频

16.20 有关压限器的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？

Attack Time〖əˈtæk taim〗起动时间
Compress Switch〖kəmˈpres switʃ〗压缩开关

Compressing Ratio〖kəmˈpresiŋ ˈreiʃiəu〗压缩比
Compressing Threshold〖kəmˈpresiŋ ˈθreʃhəuld〗压缩阈
Compressor/Limiter〖kəmˈpresə ˈlimitə〗压限器
Compressor〖kəmˈpresə〗压缩器
Gain Reduction〖gein riˈdʌkʃən〗增益衰减
Gate Threshold〖geit ˈθreʃhəuld〗门阈
Input Gain〖ˈinput gein〗输入增益
Limiter〖ˈlimitə〗限制器
Output Gain〖ˈautput gein〗输出增益
Ratio〖ˈreiʃiəu〗比
Release Time〖riˈliːs taim〗恢复时间
Side Chain〖said tʃein〗边链电路
Stereo Link〖ˈstiəriəu liŋk〗立体声连接
Threshold〖ˈθreʃhəuld〗阈

16.21　有关扩展器、噪声门的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？

Attack Time〖əˈtæk taim〗起动时间
Attenuation〖ətenjuˈeiʃən〗衰减量
Expander〖iksˈpændə〗扩展器
Exp. Gate〖iksˈpændiŋ geit〗扩展门
Expanding Threshold〖iksˈpændiŋ θreʃhəuld〗扩展阈
Expanding Ratio〖iksˈpændiŋ ˈreiʃiou〗扩展比
Gate Threshold〖geit ˈθreʃhəuld〗门阈
Noise Gate〖nɔiz geit〗噪声门
Release Time〖riˈliːs taim〗恢复时间
Side Chain〖said tʃein〗边链电路

16.22　有关激励器的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？

Drive〖draiv〗激励电平
Enhancer〖inˈhanːsə〗增音器
Exciter〖ikˈsaitə〗激励器
Girth〖gəːθ〗低音流量（影响声音丰满度）
Harmonic Generator〖haːˈmɔnik ˈdʒenəreitə〗谐波发生器
Hi－Mix〖hai miks〗高频混合
In/Out〖in aut〗接通

Low – Mix〖ləu miks〗低频混合
Mix〖miks〗混合（比例）
Overhang〖əuvəˈhæŋ〗低音保持（影响声音浑厚度）
Tune〖tjuːn〗调谐

16. 23　有关反馈抑制器的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？

Bandwidth〖bændˈwidθ〗频带宽度
Bypass〖ˈbaipaːs〗旁路
Clip Level Adjust〖klipˈlevl əˈdʒʌst〗削波电平调节
Decay〖diˈkei〗衰减
Engine L〖ˈendʒin left〗左声道起动
Engine R〖ˈendʒin rait〗右声道起动
Feedback Destroyer〖ˈfiːdbæk disˈtrɔːə〗反馈摧毁器
Feedback Exterminator〖ˈfiːdbæk eksˈtəːmineitə〗反馈抑制器
Filter Select〖ˈfiltə siˈlekt〗滤波器选择
Filter Mode〖ˈfiltə məud〗滤波器模式
Frequency Fine〖ˈfriːkwənsi fain〗频率微调
Gain〖gˈein〗增益
In/Out〖in aut〗接通
Lock Fixed〖lɔk fikst〗锁定
Store〖stɔː〗存储
Total Number〖ˈtəutl ˈnʌmbə〗总（滤波器）数

16. 24　有关降噪系统的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？

ANRS = Auto Noise Reduction System〖ˈɔːtəu nɔiz riˈdʌkʃən〗自动降噪系统
Check〖tʃek〗检查
Dolby – A；B；C；D 杜比 A；杜比 B；杜比 C；杜比 D
Dolby Decode〖ˈdɔlbi diːˈkəud〗杜比解码
Dolby Encode〖ˈdɔlbi inˈkəud〗杜比编码
Dolby Reduction System〖ˈdɔlbi riˈdʌkʃən ˈsistim〗杜比降噪系统
DNL = Dynamic Noise Limiter〖daiˈnæmik nɔiz ˈlimitə〗动态噪声限制器
Noise Reduction System〖nɔiz riˈdʌkʃən ˈsistim〗降噪系统
Play〖plei〗播放
REC. = Recording〖riˈkɔːdiŋ〗记录，录音

16.25　有关效果机的专业英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？

(A/D、D/A) Conversion〖kənˈvəːʃən〗模/数、数/模转换
Afterglow〖ˈaːftəgləu〗夕阳时分效果
Ambient〖ˈæmbiənt〗环境(回声)
Analogic〖ænəˈlɔdʒik〗模拟的
Bypass〖ˈbaipaːs〗旁路
Canon〖ˈkænən〗卡侬效果
Canyon〖ˈkænjən〗山谷效果
Cathedral〖kəˈθiːdrel〗教堂混响效果
Chamber〖ˈtʃeimbə〗密室混响
Channel〖ˈtʃænl〗声道，频道
Chord〖kɔːd〗和弦
Chorus〖ˈkɔːrəs〗合唱
Decay〖diˈkei〗衰减
Delay〖diˈlei〗延迟
Delay Effect Processor〖diˈlei iˈfektˈprəusesə〗延迟效果处理器
Digital〖ˈdidʒitl〗数字的
Dual〖ˈdjuːəl〗双重声，双声轨
Dynamic Doubling〖daiˈnæmik ˈdʌbliŋ〗动态双声
Echo〖ˈekəu〗回声
Edit〖ˈedit〗编辑
Effector〖iˈfektə〗效果器
Effect Processor〖iˈfekt ˈprəusesə〗效果处理器
EQ = Equalizer〖ˈiːkwəlaizə〗均衡器
ER = Early Reflection〖ˈəːli riˈflekʃən〗早期反射
Footswitch Jack〖futswitʃ dʒæk〗脚踏开关
Fullness〖ˈfulnis〗丰满度
Gate〖geit〗选通门
Gate Rev.〖geit rivəːbəˈreiʃən〗选通混响
Guitar〖giˈtaː〗吉它
Gymnasium〖dʒimˈneizjəm〗体育馆效果
Hall〖hɔːl〗厅堂混响
Hold〖həuld〗保持
Interparameter〖intəːpəˈræmitə〗内部参数
Inversive Rev.〖inˈvəːsiv rivəːbəˈreiʃən〗逆式混响

Keycontrol〖kiːkənˈtroul〗键控

Long〖lɔŋ〗长（回声）

Memory〖ˈmeməri〗寄存器，记忆

MIDI = Music Instrument Digital Interface〖ˈmjuːzikˈinstrumənt ˈdidʒitl ˈintəːfeis〗电子乐数字接口

Mix〖miks〗混合

Modulation〖mɔdjuˈleiʃən〗调制

Multi－Echo〖ˈmʌlti ˈekəu〗多重回声

Multi－Tap〖ˈmʌlti tæp〗多轨放音效果

Once Touch〖wʌns tʌtʃ〗单次触发

Parking Terrace〖paːkiŋ ˈterəs〗阶梯式停车场效果

Phase〖feiz〗相位

Piano〖piˈænəu〗钢琴

Pitch〖pitʃ〗变调，音高

Plate〖pleit〗金属板混响

Point〖pɔint〗标点

Predelay〖ˈpriːdiˈlei〗预延迟

Preset〖ˈpriːˈset〗预置

Recall〖riˈkɔːl〗呼叫

Reinforcement〖riːinˈfɔːsment〗增声效果

Remote Control〖riˈmout kənˈtrəul〗遥控

Resonance〖reˈzənəns〗共振

Rev. Time〖rivəːbəreiʃən taim〗混响时间

Reverberation〖rivəːbəˈreiʃən〗混响

Reverberation Effect Processor〖rivəːbəˈreiʃən iˈfekt ˈprəusesə〗混响效果处理器

Reverse Reverberation〖riˈvəːs rivəːbəˈreiʃən〗颠倒式混响

Room〖ruːm〗房间混响

Sample〖ˈsaːmpl〗采样

Saxophone〖ˈsæksəfəun〗萨克斯管

Scrollback〖skrəulbæk〗往前找

Short〖ʃɔːt〗短（回声）

Signal〖ˈsignəl〗信号

Slap〖slæp〗拍打（回声）

Slope〖sləup〗斜率

Sound Pressure 〖saund ˈpreʃə〗声压
Static Doubling 〖ˈstætik ˈdʌbliŋ〗静态双声
Stereo Flange 〖ˈstiəriəu flændʒ〗立体声法兰效果
Store 〖stɔː〗 存储
Tempo 〖ˈtempəu〗速率
Thru. = Through 〖θruː〗 转接
Trigger 〖ˈtrigə〗触发

16.26　在其他专业音响设备上还有哪些英文单词？它们的中文含义是什么？

Adapter 〖əˈdæptə〗转接器
Aerial 〖ˈεəriəl〗天线
Antenna 〖ænˈtenə〗天线
Beat Signal 〖biːt ˈsignəl〗差拍信号
Brightness 〖ˈbraitnis〗明亮度
Camera 〖ˈkæmərə〗摄像机
Cases 〖keisis〗包装箱
CD = Compact Disc 〖kəmˈpækt disk〗激光唱机
Clear Button 〖kliə ˈbʌtən〗清除键
Clock 〖klɔk〗钟脉冲
Compensate 〖ˈkɔmpenseit〗补偿
Connector 〖kəˈnektə〗连接器
Continued Play 〖kənˈtinjuːd plei〗连续播放
Contrast 〖ˈkɔntræst〗对比度
De – emphasis 〖diˈemfəsis〗去加重
De – esser 〖diˈisə〗去“咝咝” 声
Display 〖disˈplei〗显示
Drum 〖drʌm〗鼓
Dry 〖drai〗干声
Dynamic Range 〖daiˈnæmik reindʒ〗动态范围
Erase 〖iˈreiz〗抹除
F&B Search Buttons 〖ˈfɔːwəd ˈbækwəd səːtʃ ˈbʌtns〗前后搜索键
Flow Chart 〖flou tʃaːt〗流程图
Forward & Backward Skip Buttons 〖ˈfɔːwəd ˈbækwəd skip ˈbʌtns〗前后跳跃键
Hum and Noise 〖hʌm ənd nɔiz〗“哼哼” 噪声
Index Button 〖ˈindeks ˈbʌtn〗索引键

Keyboard〖'kiːbɔːd〗键盘
Knob〖nɔb〗旋钮
LD = Laser Disc〖'leizə disk〗大视盘机，镭射机
Multipurpose〖'mʌlti'pəːpəs〗多重目的，多轨放声
Pause〖pɔːz〗暂停
Pedal〖'pedl〗踏板
Play Indicator〖plei 'indikeitə〗播放指示器
Pre – emphasis〖pri'emfəsis〗预加重
Program Play〖'prougræm plei〗程序播放
Programmable〖'prougræməbl〗可编程序的
Projector TV〖prə'dʒektə 'teliviʒən〗投影电视
Pulse〖pʌls〗脉冲
Push – Pull〖puʃ pul〗推挽电路
Quantization〖kwɔnti'zeiʃən〗量化
Random Play〖'rændəm plei〗随机播放
Racks〖ræks〗机框
Receiver〖ri'siːvə〗接收机
Remaining Time〖ri'meiniŋ taim〗剩余时间
Repeat Play〖ri'piːt plei〗重复播放
RF = Radio Frequency〖'reidiəu 'friːkwənsi〗射频
Scan Play〖skæn plei〗扫描播放
Selector〖si'lektə〗选择器
Servo System〖'səːvou 'sistim〗伺服系统
Shuffle Play〖'ʃʌfl plei〗随机播放
Stage Monitor〖steidʒ 'mɔnitə〗舞台监听音箱
Standby〖'stændbai〗准备
Stands〖stænds〗机架
Stop〖stɔp〗停机
Synthesizer〖'sinθisaizə〗合成器，综合器
Tape Background noise〖teip 'bækgraund nɔiz〗磁带本底噪声
Theatre〖'θiətə〗剧场
Time Code〖taim kəud〗时间码
Timer〖taimə〗定时器
Tip – Ring – Sleeve〖tip riŋ sliːv〗芯 – 环 – 套筒
Video Signal〖'vidiəu 'signəl〗视频信号

Wet〖wet〗湿声

16.27 有关音响方面音乐术语的英文单词有哪些？它们的中文含义是什么？

Bright、Light〖brait、lait〗明亮的
Brilliant〖ˈbriljənt〗辉煌的
Cold〖kəuld〗死板的，冰冷的
Dark〖daːk〗灰暗
Distinct〖disˈtiŋkt〗清晰的
Fine〖fain〗纤细的
Graceful〖ˈgreisful〗高雅的
Hard〖haːd〗硬的
Heavy〖ˈhevi〗深沉
Joyful〖ˈdʒɔiful〗欢快的
Mellow〖ˈmeləu〗柔软的
Powerful〖ˈpauəful〗强劲的
Rich、Full〖ritʃ、ful〗丰满
Rough〖rʌf〗粗糙的
Round〖raund〗圆润的
Sonorous〖səˈnɔːrəs〗嘹亮的
Stirring〖ˈstəːriŋ〗活泼的，热烈的
Suitable〖ˈsjuːtəbl〗合适的
Sweet〖swiːt〗悦耳的，甜甜的
Transparent〖trænsˈpɛərənt〗清澈的
Weak〖wiːk〗软弱无力

16.28 有哪些中文音响网站？它们的网址是什么？

（1）中国专业音响网，网址是：www. prosound. com. cn。
（2）中国音响网，网址是：www. chinaaudio. net。
（3）中华音响网，网址是：www. peavey-china. com。

16.29 世界上主要的音响网站有哪些？它们的网址是什么？

（1）Alesis 网站的网址是：www. alesis. com。
（2）ART 网站的网址是：www. artoch. com。
（3）CAD 网站的网址是：www. cadmis. com。
（4）TRANTEC 网站的网址是：www. trantec. co. uk。

（5） DDA 网站的网址是：www. ddaconsoles. com。
（6） FURMAN 网站的网址是：www. furmansound. com。
（7） OHM 网站的网址是：www. ohm. co. uk。
（8） RCF 网站的网址是：www. rcf. it。
（9） ROLAND 网站的网址是：www. rolandus. com。
（10） SYMETRIX 网站的网址是：www. symetrixaudio. com。
（11） TURBOSOUND 网站的网址是：www. turbosound. com。
（12） DYNACORD 网站的网址是：www. dynacord. de。
（13） RAMSA 网站的网址是：www. panasonic. co. jp。
（14） SOUNDTRACS 网站的网址是：www. soundtracs. com。
（15） VESTAX 网站的网址是：www. vestax. com。
（16） AB 网站的网址是：www. abamps. com。
（17） CROWN 网站的网址是：www. crownaudio. com。
（18） HAFLER 网站的网址是：www. hafler. com。
（19） HARRISON 网站的网址是：www. glw. com。
（20） ZECK 网站的网址是：www. zeckaudio. de。
（21） TDS 网站的网址是：www. tdssound. com。
（22） LEXICON 网站的网址是：www. lexicon. com。
（23） KLARKTECHN 网站的网址是：www. klarktechn. com。
（24） QSC 网站的网址是：www. qsc. com。
（25） JBL 网站的网址是：www. jb1. com。
（26） BOSE 网站的网址是：www. bose. com。
（27） DOD 网站的网址是：www. dod. com。
（28） CREST 网站的网址是：www. crest. com。
（29） MACKIE 网站的网址是：www. mackie. com。
（30） NUMARK 网站的网址是：www. numark. com。
（31） YAMAHA 网站的网址是：www. yamaha. co. jp。
（32） EAW 网站的网址是：www. eaw. com。

第 17 章　音响网络传输

17.1　什么是 CobraNet？

CobraNet 是一种硬件、软件和网络协议组合为一体的网络音频实时传输技术。它能在以太网上实现多通道、实时、高质量的数码音频信号传输，支持以太网各类转发器和交换机。在转发器网络上能消除数据传输之间出现的冲击碰撞，而且能充分运用网络的带宽。CobraNet 采用的是标准的以太网信息包及网络结构（如控制器、集线器、转发器、交换机及电缆等）。

17.2　怎样获得 CobraNet？

CobraNet 是经 Cirrus Logic 公司认证并推广的信息产品，Cirus Logic 公司是世界上享有极高信誉度的公司，并非生产厂商，也不是经销商，而是专业认证机构。有关产品信息可以直接与生产厂商联系，许多音频设备生产厂商都是通过 Cirrus Logic 公司获得授权生产的，生产厂商一览表可以在网站 www. cobranet. info 上的网页 CobraNet Community 找到。如果某一厂商要获得 CobraNet 生产特许证，须向 Cirrus Logic 公司提出申请。

17.3　任何以太网设备是否都可用于 CobraNet 上？

CobraNet 是在 100Mbit 快速以太网上传送标准音频信息包的网络，在快速以太网上工作的设备，例如交换机、集线器、媒体转换器以及其他与 IEEE802. 3u（美国电气和电子工程师学会 802 工作组 3u）规格一致的设备，都能用于 CobraNet 上。但不支持窄带宽的 10Mbit 以太网设备（例如 10BASE－T：信息传送速率为 10Mbit/s、基带信号用曼彻斯特编码、传输信号用双绞线电缆的设备）。

17.4　音频信号在 CobraNet 上能发送多远？

在 CobraNet 上，若设备采用快速以太网 CAT－5 铜质电缆传输信号，传输距离极限为 100m；如果采用多模光纤，传输距离极限为 2km；如果采用专用的单模光纤，传输距离极限可达更远。

17.5　音频信号通过 CobraNet 都有哪些延迟？

在 CobraNet 收发设备上，256 个采样逐一进入以太网数据包，引发出一种时间延迟，另外，A/D 转换、D/A 转换以及采样率转换也会增添附加的延迟。不

过，这些附加延迟只是采样数据延迟的十二分之几。在以太网上数据以光速运行，数据运行 2km 只需几微秒，这种延迟与上述列举的延迟相比是微不足道的。因此，在网上无论从何处输入至何处输出，音频延迟一般认为是固定的。

17.6 在 CobraNet 上进行多通道播放，其同步精度是怎样的？

在 CobraNet 上连接方式相同的通道可以做到完全同步，对于来自相同的交换机但连接方式不同的通道而言，其同步精度为 10μs。此外，连接在不同交换机上的设备也可能经历不同的传送延迟，并且其间还存在时钟偏差。

17.7 在 CobraNet 上传输音频信号与实际的传输音频信号相似吗？

不相似。实际的音频传输存在待机时间 3～10s，它比 CobraNet 上的延迟时间大 1000 倍。实际的音频传输常采用有损压缩，以便降低对带宽的要求。而 CobraNet 却不采用压缩，是一种清晰明快的音频发送系统。

17.8 使用 CobraNet 会影响音质吗？

不会。CobraNet 在以太网上拥有清晰的数字发送链，它不像实时音频发送网络系统，不会引入音频失真。用 20bit 发送音频信息，能获得 122.16dB 的动态范围（即信噪比）。在满输出电平情况下，失真度为 0.000078%。用 24bit 发送音频信息，动态范围可达 146.24dB。在满输出电平情况下，失真度为 0.0000049%。在任何一种分辨率下，其频响为 0～24kHz ±0dB。这些指标远远优于目前的 A/D、D/A 转换技术指标，因此，音频特性只受使用的 A/D 转换器、D/A 转换器的质量影响。

17.9 CobraNet 在任何一个交换机网络上能承载多少音频通道？

由于交换机是双工设备，在单一方向独立带宽 100Mbit 网上发送采样率为 48kHz、量化率为 20bit 的音频信息，可装载 64 个通道。就是说，在一根 CAT－5 电缆线上可拥有 128 个音频通道。若采用 Gbit 链，则可获得更大通道容量。因为交换机网络的整体带宽随网络大小而变，网络扩大，带宽也要求增加。而带宽并不限制网络的通道数量。

17.10 CobraNet 在中继（转发）网络上能承载多少音频通道？

中继网络支持 64 个音频通道，这些音频信息采样率为 48kHz、量化率为 20bit，并以 8 通道为捆绑信息包进行发送。在中继网络上装载 16bit 音频信息，能容纳更多通道。而装载 24bit 的音频信息，则能容纳的通道较少。

17.11　捆绑、网络通道、广播通道以及 CobraNet 通道之间都有什么区别?

这些术语常常用于基本 CobraNet 音频发送设备上。近来重新进行审理，将它们命名为捆绑，其他像网络通道、CobraNet 通道等概念已经不再使用。一个捆绑可以装载多个音频通道，捆绑号便是在两个设备之间运行设定的面板拨号，一般有两类不同范围的捆绑号：多目标信息包 0 ~ 255 号和单目标信息包 256 ~ 65279 号。

17.12　CobraNet 能在现有的局域网上运行吗?

可以，只需用一交换机网络，从别的网络设备（例如计算机）上便能和 CobraNet 设备共用同一网络进行通信。对于老式的中继集线器构建的网络来说，使用过程必须遵从较为严格的设计规则。

17.13　CobraNet 能在无线网络上传输音频信息吗?

至少可以在一个无线以太网系统运营 CobraNet 音频信息，即可以从 Proxim 无线网到 Tsunami 以太网系统上运营。在有些厂商生产的红外发送系统上，同样也能运行，因为这些系统实质上是无光纤的光纤光学系统。用 IEEE 802.11b WiFi 无线以太网做实验，即使实验室里条件很优越，但仍不能为 CobraNet 的使用提供足够的宽度。此外，无线网络性能对 CobraNet 的实时应用也不够稳定。

17.14　迄今 CobraNet 都应用于哪些地方?

首先在 1997 年应用于迪斯尼（Disney）的动物王国，作为背景音乐系统使用。此后，成千上万的 CobraNet 装置被用于教堂、政府听音室、体育场馆、会议中心，甚至巡回演出等场合。

17.15　CobraNet 是否有通信标准?

CobraNet 有通信标准，通过标准通信协议建立起音频互用性，CobraNet 采用的设备都是根据 Cirrus Logic 公司提供的共用硬件进行设计的。Cirrus Logic 公司也提供固化软件，固化软件也是遵从通信协议的。音频信号能运行于各厂商生产的 CobraNet 设备上。

17.16　由谁提出制定 CobraNet 通信标准?

由 Cirrus Logic 公司出面制定出 CobraNet 国际性的厂际协议（CobraMC），通过这一协议来维护 CobraNet 通信标准。协议的成员都是由被授权的厂商代表组成。

17.17　CobraNet 怎样支持音频信号互用性？

CobraNet 商用流通版代表着一种网络，能装载 16bit、20bit、24bit 分辨率、48kHz 采样率的音频通道，捆绑的音频通道数亦可选择，取决于所选的分辨率，最多捆绑 8 通道。所有的改进版都是向下兼容的。

17.18　CobraNet 如何支持控制互用性？

CobraNet 提供了公用传输控制协议，由于 CobraNet 也属以太网类，在媒体上可以装载多种协议，彼此互不干扰。

17.19　（有效的）装载控制数据的带宽是多少？

未被音频数据占用的任何带宽都可用于控制信息。

17.20　什么是 IEEE 1394？

IEEE 1394 和 CobraNet 两者都能为音频信号的发送提供可靠依据，CobraNet 是在可靠的以太网、局域网技术基础上发展起来的，而 IEEE 1394 则是一种全新的桌面网络，最初它是为用户设计的，其最突出的、并被用户所看中的优点是它的优良的性价比。但是，IEEE 1394 在带宽伸缩性方面有严格的限制，不太适合在专业性很强的媒体网络技术领域中使用。它要求设备之间的距离限为 4.5m，网络带宽限为 400Mbit，在运行过程中能与以太网中继网络兼容，但不能与交换机网络共同具有带宽伸缩性。

17.21　在 CobraNet 上能发送视频信号吗？

实时音、视频信号都有同样的基本网络性能要求，在网络分层上，CobraNet 比一般音频网络性能要求更高，它在以太网上能提供可靠的时间敏感数据。当前，Cirrus Logic 公司主要精力集中研究专业音频知识领域内 CobraNet 拓展应用，也希望能把这些基本技术应用于音频范围之外的领域。在以太网上传输视频信号有其专用技术，如 VBrick、PictureTel 等。在带宽足够的交换机网络上这些视频产品能与 CobraNet 共同运营。

17.22　CobraNet 靠什么进行同步？

CobraNet 与某台设备同步采用引导器，引导器载有晶体振荡器产生的时基信号或从外部接收的时基信号，引导器在网络上播放节拍信息包，网络上的其他设备锁定在这种节拍时基上，并且与区域时钟同步。

17.23　引导器发生故障，会出现什么情况？

如果引导器发生故障，另一网络设备将承担引导器的职能作用，这一变更过程仅需毫秒级时间，CobraNet 不能在缺少引导器的情况下发送音频数据。

17.24　在 CobraNet 上时钟精度是怎样的？

在 CobraNet 上时钟误差保持在 1/4 采样周期内（采样率为 48kHz，误差约为 5μs），这种误差是时钟游动形成的，由于时钟走时需要仔细校准，时钟周期间变化（抖动）维持在 1ns 以下。

17.25　CobraNet 使用什么类型的信息包？

CobraNet 信息包是标准的以太网信息包，CobraNet 采用注册的逻辑链分层协议（协议认别号为 0×8819），这些链接分层包容易通过集线器、媒体转发器、桥路和交换机。出于性能考虑，不采用传输控制协议/网际协议（TCP/IP）音频传输。CobraNet 协议包括三种基本的信息包：节拍信息包、音频数据包和预约信息包。节拍信息包利用多目标广播地址发送（01:60:2B:FF:FF:00），以规则的时间间隔（750 个信息包/s）从引导器发出。来自网上其他设备的音频信息包跟在节拍信息包后，音频信息包的发送可以是多目标广播地址（1 个对多个目标）或单目标广播地址（1 对 1）发送。预约信息包则用多目标广播地址发送（01:60:2B:FF:FF:01），接近每秒一次。预约信息包控制着捆绑分配，并且可以监视 CobraNet 设备的工作状态。

17.26　据说 CobraNet 不像在网络上的 10Mbit 的以太网卡，能否用构建以太网交换机的方式去解构 CobraNet 数据？它能与 10Mbit 卡相安共存吗？

问题是在网络多目标广播通信上，多目标广播数据从整个交换机端口出来，在网络上进行超过 10Mbit 带宽的通信，会使 10Mbit 端口饱和，这些端口可能会凌乱地丢失一些数据包，丢失的数据包当中，有些对多目标广播通信并无妨碍，有些则控制着通信。解决此问题的普遍且有效的方法是设置地址。

17.27　在 CobraNet 上一次能接入多少台发送设备工作？

接入发送设备数量受两方面限制：一是网络带宽，在使用过程中，不能超过网络的容量，一旦超额使用，便不能再增加发送设备，主要问题是在中继网上，在中继网上要采用 10Mbit 网络带宽，而在交换机网络上只用单目标广播音频捆绑信息包，实际上不考虑带宽限制；另一限制是引导器的容量，它表示在最大节拍信息包（长度为 1500B）中允许多少发送设备接入。这一问题牵涉到每一设备发送的捆绑信息包数据，如果每一设备发送一种捆绑信息包，那么便可以有 184

种捆绑信息包由 184 台设备发送。如果一台设备发送满 4 种捆绑信息包，那么只允许有 46 台设备发送。

17.28 在 CobraNet 上一次能接入多少台接收设备工作？

由于每台接收设备不用附加网络、发送器、信号源引导器便能接收多目标广播信息包，所以接入接收设备的数量不受限制。

17.29 每一捆绑信息包在音频通道方面有什么限制？

每一捆绑信息包能装入 0～8 个音频通道，由于每一捆绑信息包代表一个等周期内每次发送的以太网信息包，每一个等周期内发送的数据总量不得超过以太网有效负载限 1500B，可以粗略地估算一下，把发送的捆绑信息包里 bit 数相加，相加值是否超出该限制，例如，（8 通道/捆绑信息包）×（64 个采样/等周期）×（20bit/采样）＝10240bit＝1280B，若采用 24bit/采样，则有 12288bit 或 1536B。前者未超过 1500B 的限制，后者则超出这一字节限制。

17.30 为什么 QSC RAVE 设备采用半双工通信，而其他 CobraNet 产品则采用全双工通信？

QSC RAVE 设备是根据早期 CobraNet 接口电路版本生产的，照此生产的产品不能用于全工通信，这就无法构成互用性。不过，不必为全双工或半双工通信问题而烦恼，因为现代以太网络设备能通过自动协商处理来构建这种通信。惟一需要留心的是：如果网络装置上装有选择键（选择接入或不接入自动协商处理）的话，则应确保其接通。

17.31 以太音响网络是一种什么网络？

以太音响网络是法国 Digigram 公司率先把以太音响（EtherSound）产品和设备通过以太网络传输、推广到整个专业音响领域中的网络，其中包括音响设备生产厂商、音响系统组装厂商、音响系统租赁/经营业、广播业界、影视工程界、录音棚以及需要传送实时数字音频信息的任何其他地方。标准的以太网部件是以太音响网络的基础，以太音响也能运用已有的以太网基层结构在虚拟的局域网（VLAN）中运行。以太音响产品（EA）完全依照 IEEE 提出的以太网络标准 IEEE 802.3x，运用独创的现场可编程序门阵列（FPGA）结构，持续不断地影响以太网开发商（如 Cisco、HP、3Com 等）扩大投资。这种阵列构件推动了新产品、新设备的涌现和现有产品的升级，使之带有可下载固化软件的产品设备，替代采用新的专用集成电路必须进行字长设计、测试以及花费装配周期所带来的不便，并且以太音响授权方与终端用户随时准备采纳高科技研发的一切先进技术，

将有效带宽从100Mbit/s扩展到高于1Gbit/s。当前，以太音响依靠ES－100音频传输技术和ES－Giga系统传输技术，保持着世界领先的地位。

17.32　以太音响有哪些特点？

以太音响有以下一些特点：

（1）具有开放式控制机构：长期以来，系统控制和监视都组装在封闭的机架里，然而以太音响却给用户提供选择想要的网络产品以及怎样控制网络设备的自由，如图17-1所示。它也包括设备控制协议和可扩展的应用编程接口，以太音响的软件开发工具包SDK简化了产品规定的平台（控制协议的）指令设计，以单一接口方式去控制诸多生产厂商生产的产品设备。

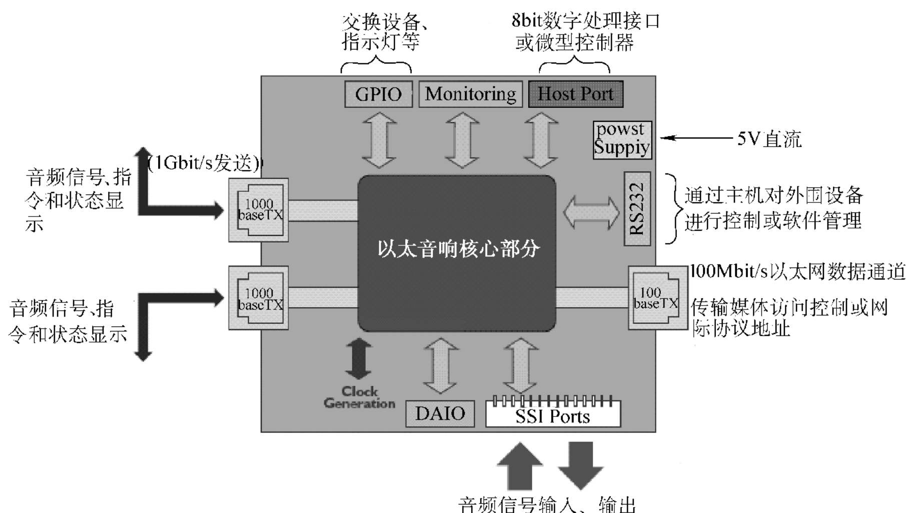


图17-1　以太音响网络开放式控制机制

（2）以太音响是现场的实时音响：在较小型的集会场合，便携式系统业主或操作者往往需要实现行之有效的、低廉的数字网络。对于这些应用来说，待机时间要求察觉不出来。在演播室或竞技场里预录节目从控制室发送，到达扬声器和听众耳朵有其本身的时间延时，但是当实际演出舞台设立在集会场地时，表演者与听众是在实时听音，如果音响网络将声信号延迟超过听阈，那就不可取了。以太音响从专业应用角度出发，把缩小待机时间作为关键的设计要求，没有其他协议能提供如此短的待机时间，且又具有高的通道数和采样率。在以太音响ES－100音频传输网输入与输出之间，利用采样率48kHz，那么终端对终端发送的时间仅为5个采样期，即104μs，如图17-2所示。以太音响的待机时间与发送通道数无关。网络输入与网络输出之间每种设备都会引入待机时间，但是任一菊花链以太音响模块增加待机时间一般小于1.4μs，而开关切换待机时间为2～20μs。

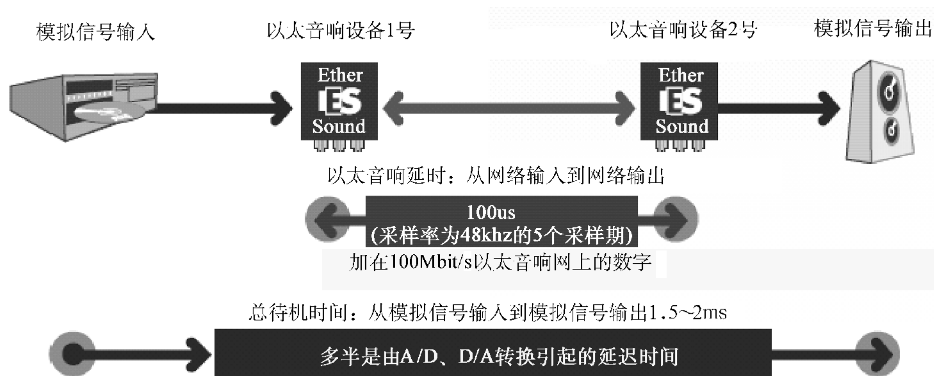


图 17-2　以太音响网络上传输的待机时间

即使运用复杂的以太音响 ES－Giga（1Gbit/s）系统传输网络，运行时网络待机时间也小于0.5ms，远低于监听人的听阈。在一种配置有传声器、扬声器和其他模拟音响设备的系统中，对整个系统待机时间影响最大的是 A/D 和 D/A 转换器。

（3）应用简单易行：以太音响（ES）目前为各类应用系列提供了两种技术，这两种技术都使用标准以太网部件：CAT－5e 或 CAT－6 电缆、光纤、交换机、媒体转换器等。硬件规定的传输媒体访问控制（MAC）地址使每一网络节点均能在网上给予识别。通用的以太网交换机仍能适应网络的特殊应用设计；媒体转换器和光纤能将网络信息传送距离扩展超过 100m。以太音响安装、构建及操作比模拟系统简单，性价比更高。

以太音响 ES－100 传输网络能驱动 24bit、采样率 48kHz、64 个通道双向数字音频信号，加上控制数据和监视数据，并能带动无数分散的设备，调试容易快捷。利用通用的以太网硬件可构建 100Mbit/s 网络或在已有的 Gigabit 板块之后虚拟的区域网里运行 ES－100。以太音响 ES－Giga 系统传输网络利用 1Gbit/s 的专用网发送 24bit、采样率 48kHz、512 个通道的脉码调制 PCM 音频信号，加上 100Mbit/s 的 IP－地址控制和监视数据。

以太音响能为各种各样专业扩声系统提供优化解决方案，例如，在便携式扩声系统、固定安装的扩声系统、高档公寓音响系统、广播系统以及公众通信等方面均能实施优化。

（4）构建灵活方便：以太音响能接纳各种混合的采样率，例如，96kHz 采样率的音频信息流运用 2 个以太网络通道，192kHz 采样率的音频信息流却占用 4 个以太音响网络通道等。在这些有效总通道数内可以任意组合。

布局灵活、信息畅通，是以太音响网络最突出的优点。以太音响网络代替了传统的点对点的连接，它具有设计简单、安装容易、维护方便的特点，可以连接成默认接受的环路，如图 17-3 所示，也可以连接成菊花链、星形或两者的组合

链，如图 17-4 所示。在双向接收的菊花链中，各个通道上所有连接的设备都是有效的。在星形结构中，所有通道均对输入设备的下游设备有效。各个设备组建的系统与控制在每个网络节点上都能充分发挥作用。

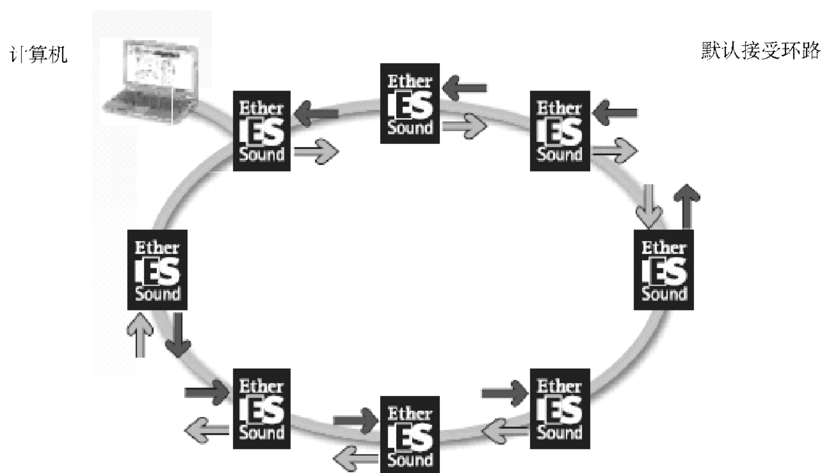


图 17-3 采用以太音响设备的连接环路

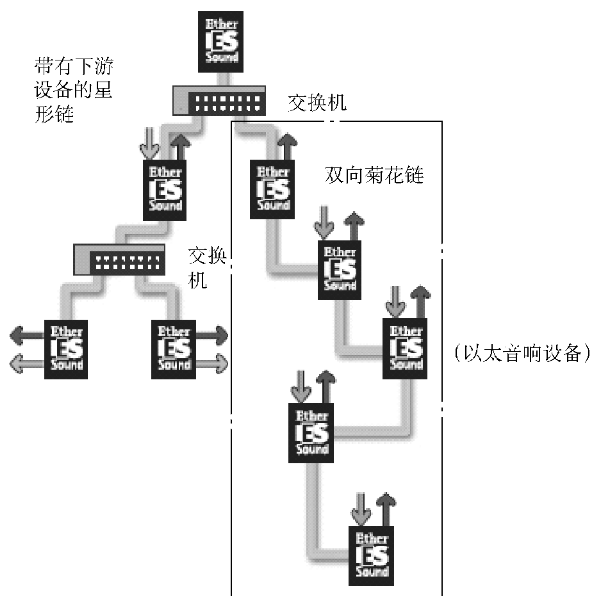


图 17-4 以太音响设备连接成菊花链或星形链

（5）以太音响有三种特许授权级：每种特许授权级都包含有技术规范和完

备的软件开发工具包。三种授权级是：

1）参与级：在网络上使用带有以太音响（ES）的产品及设备，安装有标准的或从 Digigram 公司经过授权的经销商处定制的硬件。

2）领先级：仅拥有生产权，包含参考简图与用材清单、FPGA（现场可编程序门阵列），两者可以由授权的经销商定制，硬件生产可以转包，构成二级合同。

3）研发级：拥有设计和生产权，包括参考设计、FPGA 源代码（带有以太音响核心的目标文档）。参考设计可以授权定制，硬件和固化软件设计可以作为二级合同进行承包生产，每一通道和每一产品对高通道数的设备都应具有优秀的性能。

Digigram 公司，也就是授权方，对以太音响产品及设备制定了上述三级审批程序，严格管理，并与 100 多家初级设备制造厂商有着 20 年的成功合作关系和经验，拥有一支国际性的、高素质的专业队伍，公司持有以太音响评估工具包，这是一种专门用于测试和评估以太音响技术的计算机测试平台。

开放式以太音响协议提供了关键性的、同步式的控制与监视数据双向发送，以及很小待机时间的用脉码调制编码的数字音频信号双向发送，同时又与 IEEE 802. 3x 以太网标准完全兼容。由于它是一种待机时间小、安装简易、操作灵活的网络结构，这给音响专业人员提供了开放式的标准，自由选择连接到数字音频网络上的设备，并且可以完全控制。以太音响使众多网络的设计、安装、调试简单化，控制与音频数据能插入到网络的各个地方，而且行之有效，诸多设备在网上可以自动识别。以太音响设备布局灵活，能以单独或组合的方式在以太网上分布，包括点对点、菊花链、星形、默认接收环等形式，如图 17-4 所示。

ES－Giga 系统传输协议包括了 ES－100 的所有功能，还增加了单独的 100Mbit/s 的控制与监视数据流、传输控制协议/网际协议等，Gigabit 的以太网的宽广带宽已经用来发送音频、视频信息流，而且正在研发多媒体方面的应用，开拓更多的应用途径。

17. 33　HiQnet 网络是一种什么网络?

HiQnet 网络是一种通信协议，或者说是一种语音系统，用这种网络系统可以让各种类型的专业音响设备在不同的音频信号的通道上均能进行通信，这种网络是由哈曼专业集团（Harman Pro. Group.）字符工程师从各种各样标识符号中共同开发出来的，并且可以广泛共同享用。HiQnet 网络是把以前各自独立的通信协议进行综合分析、仔细研究、优选出来的通信协议，具有最佳特性的网络。它也是多年实践经验的总结，并且能使所有网络上的专业音响系统中的各种设备

最优化。

17.34　HiQnet 网络有哪些特点？

HiQnet 网络有以下一些特点：

（1）一种界面接口：整个 HiQnet 网络系统是由单一的哈曼专业音响系统结构软件进行构建和控制，利用通用的计算机（PC），通过哈曼集团研制的设备专用界面接口，音响系统从最基本的开始，能对所有信号通道上的设备实现调控。音响系统结构在巡回演出中和在固定环境下都能处于最佳运行状态，并能在流动演出或固定安装环境里快速构建、安装容易、操作简便。

（2）体系：今天的 HiQnet 网络是从哈曼专业集团的旗舰产品中建立起来的体系。在此体系中组织成员包括：AKG Acoustic 公司、Bss Audio 公司、国际皇冠（Crown International）公司、dbx professional 公司、JBL professiona 公司、Lexion pro 公司、Soundcraft 公司以及瑞士的 Studer 公司。

（3）连接：HiQnet 网络系统是一种灵活多变的智能化系统，如图 17-5 所示。其网际协议可以用多种方式进行传输，常用的兼容的 HiQnet 网络设备都是采用串行、USB 接口与以太网连接。此外，HiQnet 网络也与通用插头和播放标准（UPnP™）兼容，如果在以太网上插入 HiQnet 系统并进行播放，HiQnet 网络

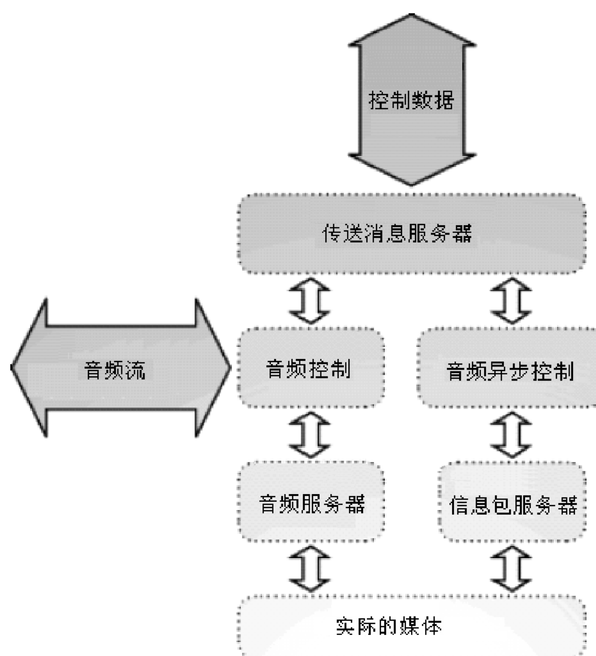
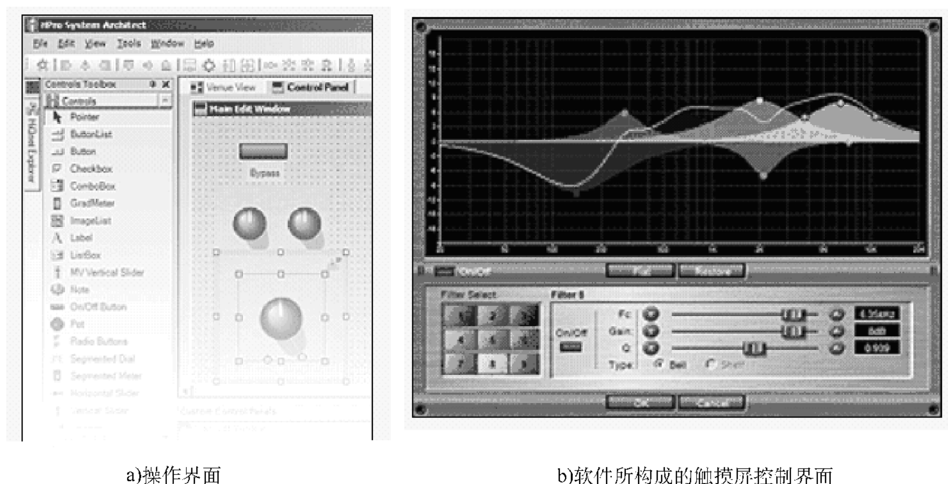


图 17-5　HiQnet 网络系统的相关连接

设备能自动处置其设备间本身的网址以及设备的 IP 地址设定。

（4）构建：HiQnet 网络控制软件不仅包含有设备和音响系统各种参数的编辑，而且也能满足用户各种运营要求，包括从最简单实用的音响网络运营到极其复杂的运营要求。由于 HiQnet 网络协议本身就隐藏有供第三方厂商传输媒体使用的音频网络协议，如同 CobraNet 网络一样，运营起来也很方便。

（5）控制：无论在设备默认的软件编辑器上，还是在 PC 触摸屏控制板上都能利用系统结构最佳操作控制模式控制，如图 17-6 所示。所有通过 HiQnet 网络系统的参数都可以随时存取，并总是受操作者的掌控。



a)操作界面　　b)软件所构成的触摸屏控制界面

图 17-6　HiQnet 的系统结构软件

（6）特性：1）支持以太网络控制；2）支持 USB 接口控制；3）支持串行传输控制；4）支持 CobraNet 音频控制；5）支持高达 64 通道的音频流；6）支持音频信号采样率 96kHz；7）在单一系统内支持 HiQnet 网络节点超过 65000 个；8）无线兼容 IEEE 802.11b 和 IEEE 802.11g；9）能优化 PC 图形输入板的使用；10）可优化遥控的存取；11）兼容使用通用插头和播放标准（UPnP™）；12）支持多台计算机同时运行和控制。

参 考 文 献

［1］ 管善群. 电声技术基础［M］. 北京：人民邮电出版社，1988.
［2］ 项端祈. 实用建筑声学［M］. 北京：中国建筑工业出版社，1992.
［3］ 邹伟胜. 舞台、歌舞厅、演播室灯光与音响［M］. 北京：华语教学出版社，1993.
［4］ 邹伟胜. 歌舞厅调音师手册［M］. 2 版. 北京：电子工业出版社，2002.

编著图书推荐表

姓名：		出生年月：		职称/职务：		专业：	
单位：				E－mail：			
通讯地址：						邮政编码：	
联系电话：			研究方向及教学科目：				

个人简历（毕业院校、专业、从事过的以及正在从事的项目、发表过的论文）

您近期的写作计划有：

您推荐的国外原版图书有：

您认为目前市场上最缺乏的图书及类型有：

地址：北京市西城区百万庄大街22号　机械工业出版社　电工电子分社
邮编：100037　网址：www.cmpbook.com
联系人：张俊红　联系电话：010－88379768　010－68326336（传真）
E－mail：buptzjh@163.com（可来信索取本表电子版）



○ ISBN 978-7-111-30203-2
○ 策划编辑：张俊红
○ 封面设计：马精明



YINXIANG TIAOYIN KUAIYITONG

上架指导：工业技术/电子技术/音响电器

地址：北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心：(010)88361066
销售一部：(010)68326294
销售二部：(010)88379649
读者购书热线：(010)88379203

邮政编码：100037
网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

定价：20.00元

ISBN 978-7-111-30203-2

